

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SARIAH ESTER TORNÓ MOURÃO

**SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DOS PROCESSOS NA  
ÁREA DE SAÚDE**

CURITIBA

2017

SARIAH ESTER TORNO MOURÃO

**SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DOS PROCESSOS NA  
ÁREA DE SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Comissão de Orientação:  
Prof<sup>o</sup>. Dr. Ricardo Mendes Junior  
Prof<sup>o</sup>. Dr. José Eduardo Pécora Junior  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana de Paula Lacerda Santos

Coorientador:  
Prof<sup>o</sup>. Dr. Eduardo Alves Portela Santos

CURITIBA

2017

---

M931s

Mourão, Sariah Ester Torno

Sistematização da análise de conformidade dos processos na área de saúde / Sariah Ester Torno Mourão. – Curitiba, 2017.

164 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2017.

Orientador: Ricardo Mendes Junior - Coorientador: Eduardo Alves Portela Santos.

Bibliografia: p. 155-164.

1. Mineração de processos (Administração). 2. Conformidade (Organização da informação). 3. Acidente vascular cerebral.

I. Universidade Federal do Paraná. II. Mendes Junior, Ricardo III. Santos, Eduardo Alves Portela. IV. Título.

CDD: 658.562

---



## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de SARIAH ESTER TORNO MOURÃO intitulada: **SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DOS PROCESSOS NA AREA DE SAUDE**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua

APROVAÇÃO

Curitiba, 24 de Fevereiro de 2017.

  
RICARDO MENDES JUNIOR

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

  
CLAUDIA MARIA CABRAL MORO BARRA

Avaliador Externo (PUC/PR)

  
CASSIUS TADEU SCARPIN

Avaliador Interno (UFPR)



Nilcéia Rodrigues Borba Bonjour  
Escrevente  
CPF: 019.428.779-35

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente à Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades e conseguir concluir esse trabalho.

Aos meus pais, Darlo Torno e Carmem Guiomar da Costa Torno (*in memoriam*), meu infinito agradecimento. Obrigada por todo amor, preocupação, dedicação, atenção, educação, carinho e incentivo não só neste trabalho, mas em todos os momentos da minha vida.

Ao meu querido esposo Fred Nunes Mourão, que esteve o tempo todo ao meu lado, incondicionalmente. Nos momentos mais difíceis, que não foram raros nesses últimos dois anos, sempre me fez acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante pesquisa.

Às minhas irmãs Sheila, Grace, Indianara, Mirella, Rhaissa e Maria Giulia, cunhados Guilherme, Victor e Vinícius, e aos meus sobrinhos Pedro, Leticia, Guilherme, Pietro e Elisa meu agradecimento especial, pois sempre se orgulharam de mim e confiaram no meu potencial.

Aos orientadores Ricardo Mendes Junior, José Eduardo Pécora Junior e Adriana de Paula Lacerda Santos, agradeço o apoio, a partilha do saber e as valiosas contribuições para o trabalho.

Um agradecimento especial ao coorientador, Professor Eduardo Alves Portela Santos, pela dedicação e disponibilidade sempre que por mim solicitada. A sua larga experiência em mineração de processos foi particularmente útil para a realização desse trabalho.

Aos colegas Lilian Mie Mukai e Fábio Pegoraro, verdadeiros companheiros de pesquisa, sempre gentis, alegres e presentes.

Às enfermeiras Vivian Nagel Schneider Silva, Vanessa Guesser Venâncio Fachini e Juliana Safanelli, e aos neurologistas Norberto Luiz Cabral e Carla Heloisa Cabral

Moro pela cedência da base de dados e também pela atenção, paciência e afetuosa recepção durante as visitas ao Hospital Municipal São José.

Aos meus colegas de mestrado Taína, Vanessa, Jones, Rosane, Larissa, Simone, Talita, Lucas, Matheus, David pela amizade, companheirismo e incentivo na realização deste trabalho.

Aos bolsistas de iniciação científica Ramon Martinez Pereira, Julia Yumi Maruyama Moura e Leonardo Kichileski Pinheiro pela ajuda na preparação da base de dados e na revisão sistemática da literatura.

Ao concunhado Daywin Savio Sousa dos Santos pelas edições das imagens dessa dissertação.

E enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, fica registrado aqui, o meu muito obrigada!!!!

## RESUMO

Os processos de tratamento médico são universalmente realizados de acordo com as orientações clínicas. No entanto, existe uma lacuna entre estas orientações e a prática clínica real, ou seja, há diferenças entre as atividades executadas e as atividades recomendadas nos procedimentos. Portanto, um desafio para o setor de gestão da saúde é abordar essa lacuna. Existindo assim uma necessidade de métodos que possam medir a adesão do comportamento real do processo no que diz respeito ao comportamento esperado; identificar onde os desvios acontecem com mais frequência e; produzir resultados que possam ser facilmente compreendidos por médicos para destacar as causas mais comuns dos desvios identificados. Este é um dos objetivos da mineração de processos. A mineração de processos fornece uma imagem real do que está acontecendo, explicitando diversas perspectivas acerca das atividades, recursos e informações dos processos. Esta área de estudo está preocupada com a descoberta, monitoramento e melhoria dos processos operacionais por meio da extração de conhecimento a partir de registros gerados pelos sistemas de informação. O principal objetivo desta pesquisa é sistematizar a análise de conformidade dos processos na área da saúde tendo como estudo empírico quantitativo os processos de tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVCI), elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José, localizado na cidade de Joinville – Santa Catarina. De acordo com os estudos da *Global Burden of Disease 2013 – Mortality and Causes of Death* (MURRAY et al., 2015), o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das mais importantes doenças crônicas, em termos de abrangência, sendo a terceira principal causa de morte no Brasil e a principal causa de incapacidade no mundo. A sistematização proposta busca, auxiliar pesquisadores e instituições de saúde na aplicação das técnicas de descoberta e análise de conformidade dos processos na área da saúde, de modo que tais técnicas possam contribuir para a melhoria do fluxo de atividades em estabelecimentos de saúde e, consequentemente, gerar um efeito positivo sobre a saúde no Brasil. É formada por nove etapas que envolvem: o conhecimento do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e da base de dados; a preparação da base de dados para aplicação das técnicas de mineração de processos; o estudo dos protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos feitos pela instituição de saúde para o processo selecionado; o estudo das diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos que envolvem o processo escolhido; a transcrição dos documentos selecionados em notação *Business Process Management and Notation*; a correlação entre os protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos com as diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos; e por fim as análises quantitativas usando técnicas de mineração de processos, tais como, descoberta do modelo do processo real e análises de conformidade para confrontar os modelos dos processos com os registros de eventos.

**Palavras-chave:** Mineração de Processos. Descoberta. Análise de Conformidade. Sistematização. Área da Saúde. Acidente Vascular Cerebral.

## ABSTRACT

The medical treatment processes are universally performed according to clinical guidelines. However, there is a gap between these guidelines and the actual clinical practice, that is, there are differences between the activities performed and the activities recommended in the procedures. Therefore, a challenge for the health management sector is to address the gap between actual clinical processes and the recommendations given in the procedures. Thus, there is an urgent need for methods that can: measure adherence to the actual behavior of the process with respect to expected behavior; identify where deviations occur most often and; produce results that can be easily understood by physicians to highlight the most common causes of identified deviations. This is one of the objectives of process mining. Process mining provides a true picture of what is happening, spelling out diverse perspectives on process activities, resources, and information. This area of study is concerned with the discovery, monitoring and improvement of operational processes through the extraction of knowledge from records generated by information systems. The main objective of this research is to systematize the conformity analysis of the health processes, having as a quantitative empirical study the procedures for the treatment of patients with Ischemic Stroke, eligible for intravenous, intraarterial and mechanical thrombolysis, of the São José Municipal Hospital, located in the city of Joinville – Santa Catarina. According to studies by the Global Burden of Disease 2013 (MURRAY et al., 2015), stroke is one of the most important chronic diseases in terms of outreach, being the third major cause of death in Brazil and the leading cause of disability in the world. The proposed systematization seeks to assist researchers and health institutions in the application of the techniques of discovery and analysis of conformity of the processes in the health area, so that such techniques can contribute to the improvement of the flow of activities in health facilities and, consequently, positive effect on health in Brazil. It is formed by nine steps that involve: the knowledge of the Hospital Information System (SIH) and the database; the preparation of the database for application of process mining techniques; the study of care protocols, standard operating procedures, work instructions and other documents made by the health institution for the selected process; the study of clinical guidelines, regulations, norms, laws and other documents that involve the chosen process; the transcription of the documents selected in notation Business Process Management and Notation; the correlation between care protocols, standard operating procedures, work instructions and other documents with clinical guidelines, regulations, standards, laws and other documents; and finally the quantitative analyzes using process mining, such as real process model discovery and compliance analyzes to compare process models with event logs.

**Keywords:** Process Mining. Discovery. Conformance Checker. Systematization. Healthcare. Stroke.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 MINERAÇÃO DE PROCESSOS.....	16
2.1.1 Registro de eventos e modelos de processo .....	21
2.2 DESCOBERTA DE MODELOS DE PROCESSO .....	23
2.2.1 Exemplo da aplicação da mineração de processos .....	24
2.2.2 Algoritmos de descoberta de processos .....	26
2.3 ANÁLISE DE CONFORMIDADE .....	28
2.3.1 <i>Fitness</i> .....	29
2.3.2 Algoritmos de análise de conformidade .....	29
2.4 FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS .....	31
2.5 MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE .....	36
2.5.1 Resultados e análise da revisão sistemática da literatura e bibliometria .....	36
2.5.2 Conclusões da revisão sistemática da literatura e bibliometria .....	43
2.6 DIRETRIZES CLÍNICAS PARA O TRATAMENTO DE PACIENTES COM AVC ....	51
2.6.1 O Acidente Vascular Cerebral (AVC).....	51
2.6.2 Diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes com AVC.....	53
2.6.3 Diretrizes clínicas parte I .....	55
2.6.4 Diretrizes clínicas parte II.....	60
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>65</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	65
3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA.....	66
3.2.1 Definição de uma estrutura conceitual teórica .....	68
3.2.2 Planejamento do estudo empírico quantitativo e instrumentos e métodos para a coleta de dados .....	71
3.2.3 Coleta de dados .....	75
3.2.4 Análise de dados .....	76
3.2.5 Geração do relatório de pesquisa .....	76
<b>4. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>77</b>

4.1	COLETA DE DADOS.....	77
4.1.1	Pesquisa documental – diretrizes clínicas .....	77
4.1.2	Pesquisa documental – protocolos assistenciais .....	78
4.1.3	Exploração do sistema de informação hospitalar .....	82
4.2	ANÁLISE DE DADOS.....	97
4.2.1	Análise comparativa .....	98
4.2.2	Análise quantitativa.....	109
4.3	GERAÇÃO DO RELATÓRIO DE PESQUISA.....	147
4.3.1	Sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde	147
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>151</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>155</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos de saúde podem ser classificados como processos de tratamento médico ou processos organizacionais genéricos. A primeira classificação está diretamente ligada ao paciente, em matéria de diagnósticos e atividades terapêuticas realizadas no tratamento de um enfermo. Os processos de tratamento médico devem ser flexíveis o suficiente para se adaptarem à variabilidade do ambiente de cuidados da saúde e à liberdade dos médicos em suas atividades. Já a segunda classificação está vinculada aos processos organizacionais e administrativos que suportam os processos de tratamento médico em geral e, comumente, são realizados de acordo com procedimentos bem estabelecidos (LENZ; REICHERT, 2007).

Os processos de tratamento médico são universalmente realizados de acordo com as orientações clínicas, traduzindo, assim, as percepções baseadas em evidências em ações (LEW; DEMARIA, 2013; LAVIS et al., 2008). No entanto, os autores Hay et al. (2008), Cochrane et al. (2007) e Lew e DeMaria (2013), relatam que muitas vezes é observado, por meio do monitoramento de execuções de processos, a existência de uma lacuna entre estas orientações e a prática clínica real, ou seja, há diferenças entre as atividades executadas e as atividades recomendadas nos procedimentos.

Portanto, um desafio para o setor de gestão da saúde é abordar a lacuna entre os processos clínicos reais e as recomendações dadas nos procedimentos. Existindo, assim, uma necessidade de métodos que possam medir a adesão do comportamento real do processo no que diz respeito ao comportamento esperado; identificar onde os desvios acontecem com mais frequência e; produzir resultados que possam ser facilmente compreendidos por médicos para destacar as causas mais comuns dos desvios identificados (ROVANI et al., 2015).

Este é um dos objetivos da mineração de processos. A mineração de processos (*process mining*) surgiu há pouco mais de uma década e é uma disciplina localizada entre a inteligência computacional e mineração de dados, e a modelagem de processos e análise (AALST, 2011). Um dos elementos-chave da mineração de processos é a ênfase no estabelecimento de uma relação entre um modelo de processo e a realidade, capturada sob a forma de registros de *logs* de eventos. Com isso, esta técnica busca descobrir, monitorar e otimizar processos através dos dados

extraídos dos sistemas atuais (AALST, 2011). Esses *logs* podem ser originários de diferentes tipos de sistemas, tais como sistemas de informação genéricos das empresas, bem como de sistemas de informação hospitalar (HIS - *Hospital Information Systems*). Normalmente, os *logs* de eventos contêm informações sobre o início/conclusão de tarefas do processo, juntamente com dados de contexto relacionados, tais como atores e recursos, e *timestamps* (ROVANI et al. 2015).

Num tempo relativamente curto, a mineração de processos tem provado ser capaz de proporcionar uma visão profunda sobre os problemas relacionados com os processos que as instituições contemporâneas enfrentam, incluindo hospitais. Por meio da aplicação da mineração de processos, as instituições podem descobrir como os processos são conduzidos na realidade, verificar se certas práticas e regulamentos foram realmente seguidos e obter *insights* sobre gargalos, utilização de recursos, e outros aspectos dos processos relacionados com o desempenho (ROVANI et al., 2015).

A implementação da mineração de processos na área da saúde é um campo relativamente novo e seu uso pode ajudar na tomada de decisão, redução de custos, identificação dos fluxos seguidos por pacientes com determinadas doenças, correlação entre os tratamentos administrados, chances de cura, complicações, qualidade dos tratamentos, entre outros (MEDEIROS; GIMENES; TOLEDO, 2008; REBUGE; FERREIRA, 2012). Os processos na área da saúde ocorrem em um ambiente em constante mudança, o que os torna um dos mais complexos quando comparado com os outros ambientes organizacionais, devido à flexibilidade e a quantidade de processos envolvidos. Tal como ilustrado, por exemplo, em Rebuge e Ferreira (2012), processos de tratamento médico são, de fato, dinâmicos, complexos, cada vez mais multidisciplinar e frequentemente *ad hoc*.

Existem três aplicações possíveis no contexto da mineração de processos: a descoberta (*discovery*) do modelo de processo, a análise de conformidade (*conformance*), ou seja, a possibilidade de detectar, localizar, medir e explicar os desvios entre o modelo *à priori* e o modelo real, e a extensão (*enhancement*) de um modelo de processo, que busca complementar ou aperfeiçoar um modelo de processo existente (MANS et al., 2009).

Neste contexto, esta pesquisa irá trabalhar com dois dos três tipos de mineração de processos existentes: descoberta e conformidade, aplicados no processo de atendimento e tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral

Isquêmico (AVCI) elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José (HMSJ), localizado na cidade de Joinville – Santa Catarina. Para tanto o problema de pesquisa proposto para este trabalho é: Como sistematizar a análise de conformidade dos processos na área da saúde visando a identificação dos *gaps* entre o modelo do processo real (descoberto a partir dos registros de eventos) com os modelos do processo de referência (diretrizes clínicas) e esperado (protocolos assistenciais)?

### 1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral: sistematizar a análise de conformidade dos processos na área da saúde tendo como base os processos de atendimento e tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVCI), elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José, localizado na cidade de Joinville – Santa Catarina.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral proposto, fazem-se necessários os seguintes objetivos específicos:

- Delinear o modelo do processo esperado para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica conforme descrito nos protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José;
- Delinear o modelo do processo de referência para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica segundo as diretrizes clínicas da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV);
- Descobrir o modelo do processo real para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica por intermédio dos *logs* de eventos obtidos no sistema de informação do hospital do Hospital Municipal São José;

- Comparar as diretrizes clínicas da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV) com os protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José;
- Realizar as análises de conformidade entre os processos delineados (esperado e de referência) e descoberto por meio de análises quantitativas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A lacuna entre o processo de referência e o processo real é uma das principais preocupações da gestão de saúde (LEW; DEMARIA, 2013). De acordo com Rovani et al. (2015), este *gap* tem sido destacado por campos, como a dermatologia (HAJJAJ et al., 2010), psicologia (NEWNHAM; PAGE, 2010), urologia (CORNU et al., 2010) e etc.

Por meio de entrevistas estruturadas, os autores Freeman e Sweeney (2001) investigaram as razões pelas quais os médicos nem sempre seguem o modelo de referência e, descobriram que experiências pessoais, fundos, relações com pacientes individuais, logística e aspectos práticos normalmente influenciam nas decisões clínicas. Como consequência, a prática real se desvia dos procedimentos, regras, normas, diretrizes e etc.

Às vezes, as decisões clínicas também podem ser influenciadas pelo custo de um tratamento e pelo nível socioeconômico dos pacientes. Além disso, como relatado por Grol (2010), procedimentos clínicos podem não responder adequadamente as questões relevantes para o atendimento ao paciente todos os dias. Por exemplo, os pacientes podem apresentar alergias que não permitem a forma prescrita para o tratamento da anomalia da qual estão afetados. Cirurgias, mesmo que prescritas por diretrizes clínicas podem ser críticas para pacientes com defeitos de coagulação, diabetes ou problemas cardíacos. A coexistência de muitas patologias podem exigir outros exames ou tratamentos não indicados pelas normas de orientação, e então o tratamento pode ser esperado, retardado ou até mesmo evitado, em alguns casos. Portanto, em muitas circunstâncias, a diferença está relacionada com o enfermo, uma vez que os médicos precisam lidar com o “paciente particular” e em condições que podem exigir especificamente tratamentos excepcionais.

Com efeito, se alguns desvios podem positivamente afetar o cuidado do processo do paciente, outros representam erros que podem comprometer a recuperação do paciente. Portanto, é crucial detectar esses desvios e investigar as razões correspondentes, a fim de avaliar quais deles podem ser classificados como positivos e, portanto, podem ser tidos em conta para atualizar os modelos de processo de referência, e quais devem ser evitados e corrigidos na prática clínica. (ROVANI et. al., 2015).

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Essa pesquisa delimita-se a sistematizar a análise de conformidade dos processos na área da saúde, tendo como base o estudo dos processos de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, ocorridos entre 1º de janeiro de 2012 e 31 de outubro de 2016, do Hospital Municipal São José, localizado em Joinville – Santa Catarina.

O Hospital Municipal São José é referência em urgência e emergência, tratamento intensivo, neurocirurgia, oncologia, ortopedia e traumatologia, além de ser o único hospital de Joinville que dispõe de Pronto Socorro equipado para qualquer tipo de emergência e também o único que possui uma Unidade de Tratamento de Pacientes com AVC.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa está organizada em cinco capítulos. No primeiro e presente capítulo, **Introdução**, são descritos a introdução ao tema, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa, a delimitação da pesquisa e, por fim, a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 – **Referencial teórico**, são apresentados os principais conceitos utilizados nesse projeto, percorrendo temas como: mineração de processos, descoberta de modelos de processo, análise de conformidade, ferramentas de mineração de processos, mineração de processos na área da saúde e diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes com AVC.

O capítulo 3 – **Metodologia**, destina-se, primeiramente, a descrever a caracterização da pesquisa, quanto a natureza, o objetivo e o procedimento de pesquisa. Em seguida, delineia o protocolo de pesquisa com as etapas e passos percorridos para alcançar os objetivos traçados.

No capítulo 4 – **Desenvolvimento**, é apresentado o desenvolvimento das cinco etapas definidas no protocolo de pesquisa: definição de uma estrutura conceitual teórica; planejamento do estudo empírico quantitativo e instrumentos e métodos para a coleta de dados; coleta de dados; análise de dados e geração do relatório de pesquisa, as quais visaram atingir o objetivo geral desta dissertação.

Por fim, no capítulo 5 – **Considerações finais**, são tecidas as conclusões acerca do trabalho e sugeridas pesquisas futuras.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo destina-se a apresentar os principais conceitos utilizados nessa dissertação com base na literatura, percorrendo seis temas, a saber, mineração de processos, descoberta de processos, análise de conformidade, ferramentas de mineração de processos, mineração de processos na área da saúde e diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes com AVC.

### 2.1 MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Nossas capacidades de armazenar e processar dados aumentaram exponencialmente desde 1960, o termo "*Big Data*" é muitas vezes usado para se referir ao espantoso crescimento de dados nos últimos anos. Porém, de modo repentino, muitas organizações perceberam que a sobrevivência não é possível sem explorar inteligentemente os dados disponíveis. Isto naturalmente também é válido para as organizações de saúde. Para os hospitais, obviamente, o objetivo não é coletar mais dados, mas explorar os dados para realizar processos de atendimento mais eficientes e eficazes (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

A ideia da mineração de processos é descobrir, monitorar e melhorar os processos reais, extraíndo conhecimento dos *logs* de eventos prontamente disponíveis nos sistemas atuais (AALST, 2011).

O tema possui estreita relação com o conceito clássico de mineração de dados. Para Han, Kamber e Pei (2012), a mineração de dados refere-se à extração de conhecimento de grandes quantidades de dados, por meio automático ou semiautomático, a fim de descobrir padrões e regras significativos. De forma semelhante, a mineração de processos concentra-se na extração de padrões. Porém, ela é voltada para as relações de sequência e concorrência entre eventos. Enquanto a mineração de dados dedica-se em evidenciar tendências nos dados e relacionamentos entre atributos, a mineração de processos busca entender como um determinado processo é executado, com base na análise de cada uma de suas instâncias (CRUZ, 2010).

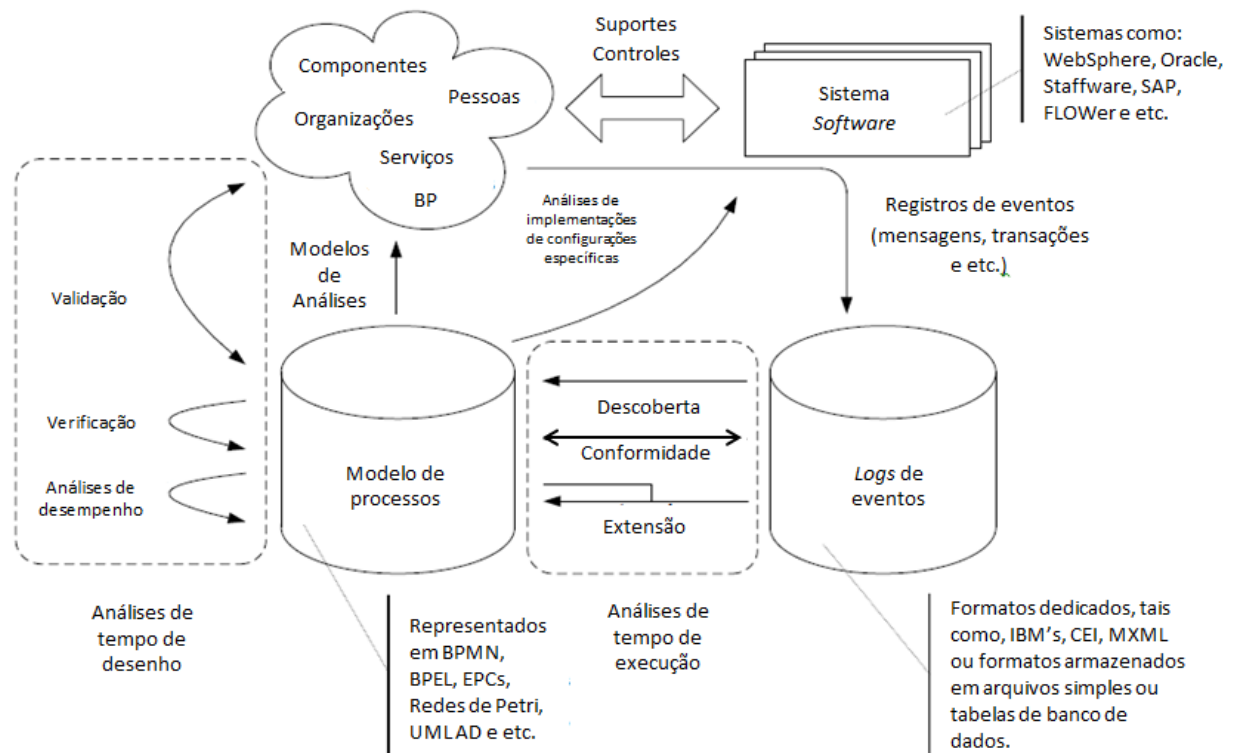
A Figura 1 mostra que a mineração de processos estabelece ligações com os processos reais e seus dados, e também com os modelos de processo. A

mineração de processos sempre inicia com um *log* de eventos. Tais registros são produzidos por praticamente qualquer sistema de informação. Sistemas clássicos, como WfM (*Workflow Management*), BPMS (*Business Process Management System*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), PDM (*Product Data Management*), CRM (*Customer Relationship Management*), *Middleware* e sistemas de informação de hospitais, fornecem informações detalhadas sobre as atividades que foram executadas. Na maioria dos casos, um *log* registra o início e/ou conclusão de eventos além do momento de execução (*timestamp*). Em alguns sistemas, o responsável pela execução da atividade e outros dados adicionais também são registrados (AALST, 2011; CRUZ, 2010).

Os registros de eventos podem ser usados para realizar três tipos de mineração de processos conforme apresentado na Figura 1: *Discovery* (descoberta), *Conformance* (Conformidade) e *Enhancement* (Extensão/Melhoria).

- Descoberta: Não existe um modelo formal do processo definido *à priori*. O modelo pode ser extraído dos próprios dados produzidos durante a execução do processo, ou seja, esse tipo de mineração consiste em descobrir o modelo baseado no comportamento registrado nos *logs* de eventos (AALST, 2011);
- Conformidade: A descoberta de processos é apenas o ponto de partida para uma análise mais profunda. Na análise de conformidade, o comportamento modelado e o comportamento observado ou os *logs* de eventos são comparados, a fim de determinar até que ponto o processo está sendo realizado como descrito no modelo existente. A análise de conformidade pode ser utilizada para detectar desvios do processo, auxiliar a entender suas causas e medir e explicar a severidade de tais desvios entre o modelo *à priori* e o modelo real (AALST, 2011);
- Extensão / Melhoria: O objetivo é enriquecer, melhorar um modelo pré-existente a partir da análise de dados de execução. A análise de dados de desempenho de um processo, por exemplo, poderia ser utilizada para eliminar gargalos e otimizar o processo (AALST, 2011).

FIGURA 1 – POSICIONAMENTO DOS TRÊS TIPOS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS



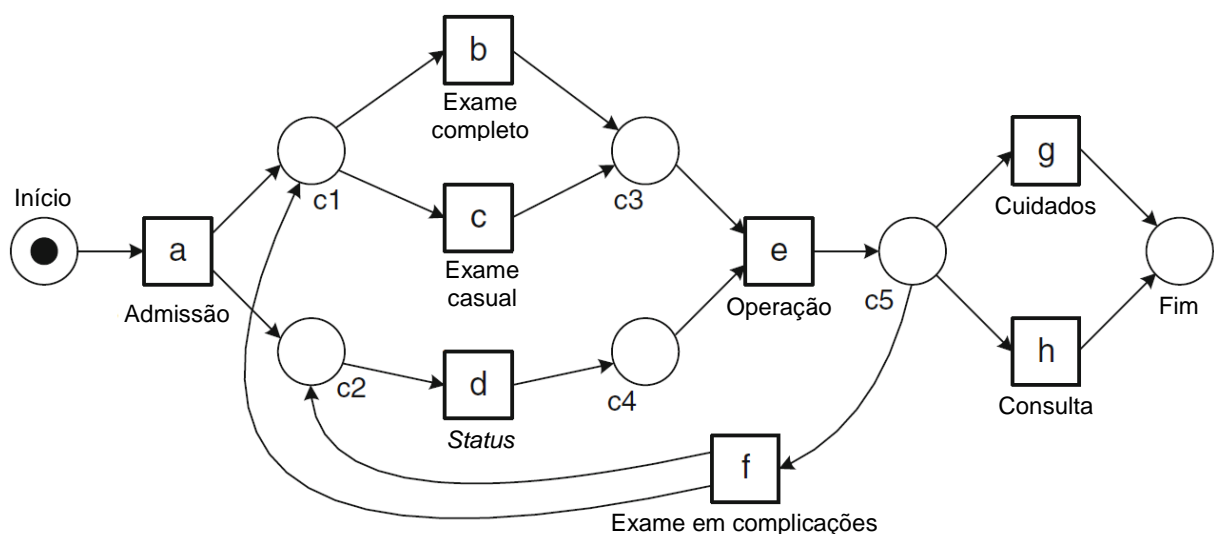
FONTE: Adaptado de AALST (2011).

Conforme mencionado anteriormente, as organizações de cuidados da saúde estão sob uma pressão enorme para reduzir custos e aumentar a eficiência operacional. Dessa forma, para poder melhorar os processos é importante compreender o que realmente está acontecendo (descoberta do processo) e analisar desvios do modelo de processo esperado ou normativo (análise de conformidade). Além disso, usando os registros de tempo dos eventos, é possível identificar e diagnosticar gargalos e outras ineficiências (extensão) (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

A Figura 2 mostra um exemplo de um modelo de processo simplificado de dados de eventos. A espinha dorsal do modelo de processo é formada pelo controle de fluxo (ordem das atividades). O controle de fluxo é representado em termos de uma rede de Petri, isto é, um grafo bipartido com as transições representando atividades e lugares representando os estados. O processo começa com a admissão de um paciente. Esta atividade é modelada pela transição *admissão*. Cada transição

é representada por um quadrado. As transições são conectadas através de lugares com modelos de estados possíveis em um processo. Cada lugar é representado por um círculo. Numa rede de Petri uma transição está *ativada*, isto é, a atividade correspondente pode ocorrer, se todos os pontos de entrada possuem um *token* (ficha). Neste exemplo, a transição *admissão* tem apenas um lugar de entrada (início) e este lugar inicialmente contém um *token* representando um paciente que necessita de tratamento. Portanto, a atividade correspondente é ativada e pode ocorrer (isso também é referido como *disparo*). Quando um disparo acontece, a transição consome um *token* de cada um dos seus lugares de entrada e produz um *token* para cada um de seus lugares de saída. Assim, o disparo da transição *admissão* resulta na remoção do *token* do lugar de entrada e na produção de dois *tokens*: um para o lugar de saída c1 e outro para o lugar de saída c2. *Tokens* são representados como pontos pretos (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

FIGURA 2 – EXEMPLO DE MODELO DE PROCESSO SIMPLIFICADO



FONTE: Adaptado de MANS, AALST, VANWERSCH (2015).

A configuração dos *tokens* nos lugares (nesse exemplo, o tratamento do paciente) é referida como *marcação*. A Figura 2 também nos mostra que a primeira *marcação* consiste de um *token* no lugar *início*. A *marcação* após o disparo da transição *admissão* origina dois *tokens*: um no lugar c1 e outra no lugar c2. Após o disparo da transição *admissão*, três transições são habilitadas. O *token* no lugar c2 habilita a transição *status*. Esta transição modela uma revisão da história médica do

paciente. Paralelamente, o *token* em c1 permite tanto *examinar completamente* quanto *examinar casualmente* o paciente. Disparar o *exame completo* removerá o *token* do lugar c1, desabilitando assim o *exame casual*. Da mesma forma, a ocorrência do *exame casual* desabilita o *exame completo*. Em outras palavras, há uma escolha exclusiva entre essas duas atividades. A transição *exame completo* é executada para os pacientes com possíveis complicações. Já os casos menos problemáticos precisam apenas de um *exame casual*. O disparo da transição *status* não desativa nenhuma outra transição, ou seja, pode ocorrer simultaneamente com o *exame completo* ou *casual*. A transição *operação* só é ativada se ambos os locais de entrada (c3 e c4) contêm um *token*. Dessa forma, a anamnese do paciente precisa ser verificada previamente (*token* no lugar c4) e o *exame casual* ou *completo* deve ter sido concluído (*token* no local c3) para ser realizada a operação. A transição *operação* consome dois *tokens* e produz um *token* para c5. Três transições compartilham c5 como um lugar de entrada, existindo assim três cenários possíveis (*cuidados*, *consulta* ou *exame em complicações*). O processo termina com um *token* no lugar *fim* (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

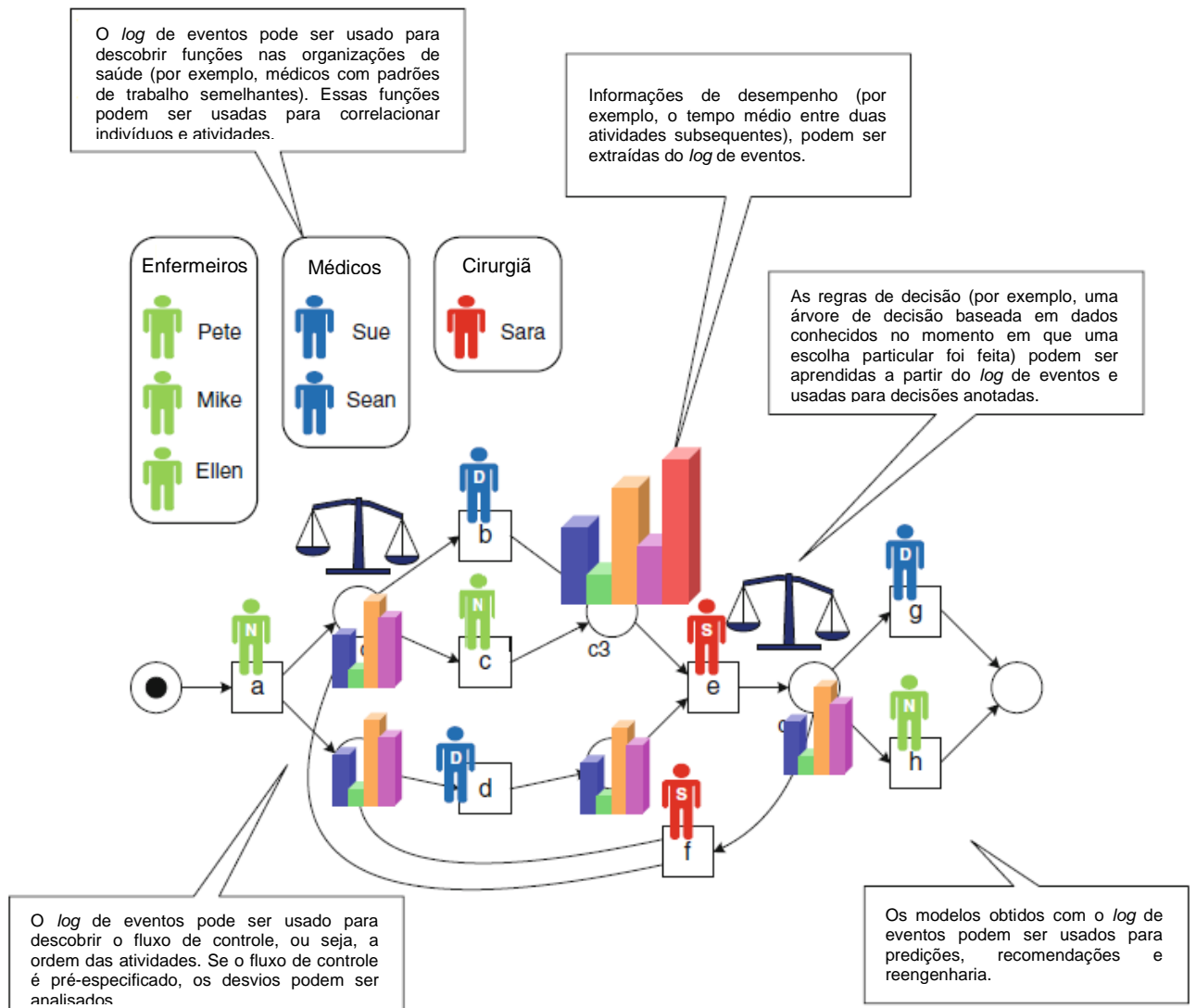
Um modelo de processo tal como o ilustrado na Figura 2 pode ser estudado através da análise dos *logs* de eventos que descrevem as atividades executadas pelos pacientes. Logo, um exemplo de um possível percurso (*trace*) para um paciente específico poderia ser < a, b, d, e, h >, ou seja, < admissão, exame completo, *status*, operação, consulta >. Conclui-se então que com base nos *logs* de eventos disponíveis, a maioria das técnicas de descoberta de processos constrói um modelo de controle de fluxo conforme apresentado na Figura 2, sendo capaz de reproduzir os percursos clínicos adotados pelos pacientes (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

Os *logs* de eventos podem também apresentar informações adicionais, tais como recursos (por exemplo, médicos, enfermeiros, meios de transporte e etc.) executando ou iniciando atividades, *timestamps* (data e hora) dos eventos ou até mesmo dados que caracterizem o paciente. Consequentemente ao reproduzir o *log* de eventos (Figura 2), podemos estudar perspectivas adicionais diferentes e enriquecer o modelo proposto inicialmente (Figura 3).

Dessa forma, a mineração de processos não é usada apenas para entender como o processo é realmente executado, é também aproveitada para entender os

desvios, analisar gargalos e monitorar o comportamento organizacional (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

FIGURA 3 – DESVIOS, GARGALOS E COMPORTAMENTO ORGANIZACIONAL

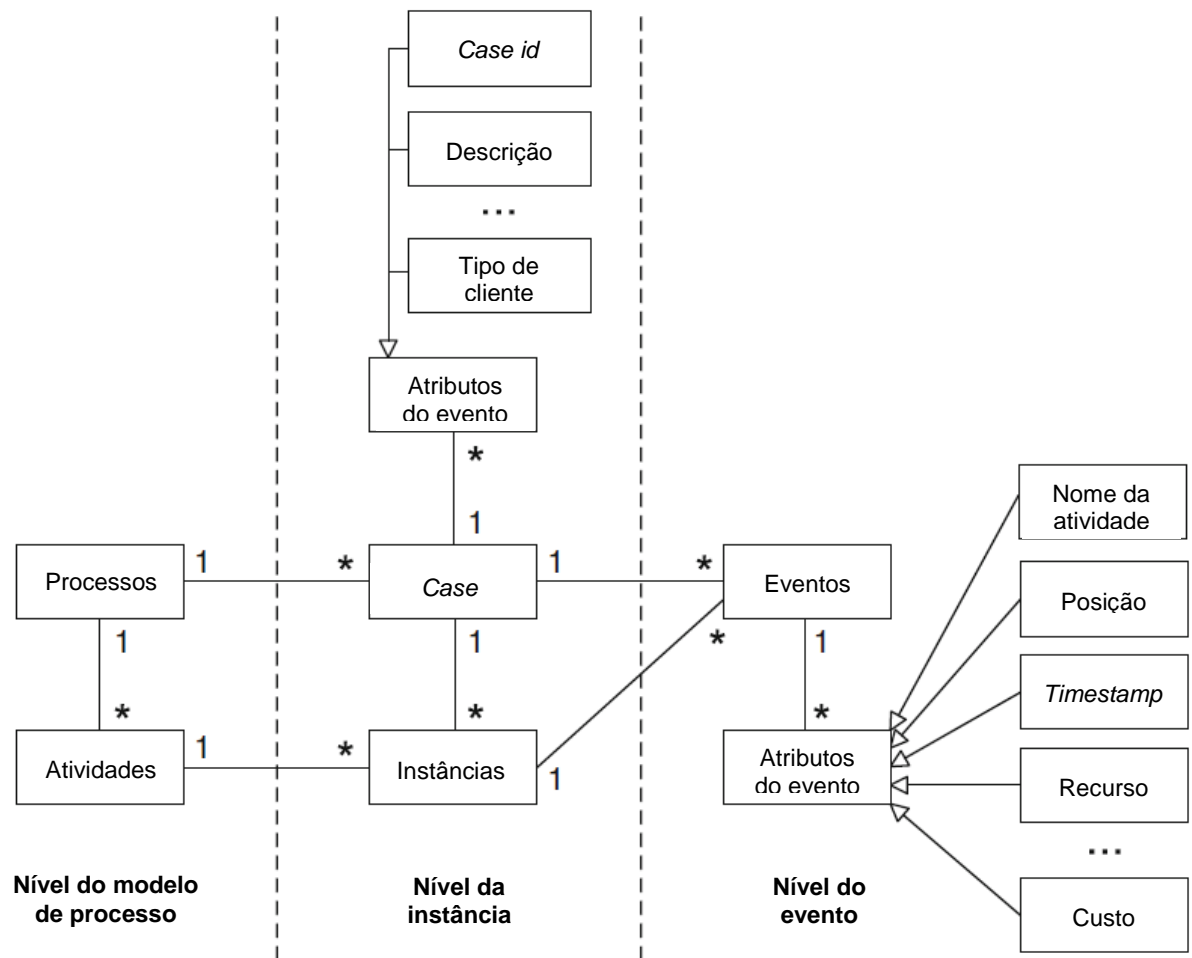


FONTE: Adaptado de MANS, AALST, VANWERSCH (2015).

### 2.1.1 Registro de eventos e modelos de processo

Para poder aplicar o conceito de mineração de processos, informações básicas precisam estar incluídas no log de eventos, conforme apresentado na Figura 4.

FIGURA 4 – INFORMAÇÕES BÁSICAS EM UM LOG DE EVENTOS



FONTE: Adaptado de MANS, AALST, VANWERSCH (2015).

A relação entre um *log* de eventos e um modelo de processo é apresentada na Figura 4. Além disso, três níveis são identificados: nível do modelo de processo, nível da instância e nível do evento.

O nível do modelo de processo e o nível do evento normalmente existem independentes um do outro.

O nível da instância consiste em *cases* (casos) e *instâncias*. Os *processos* e *atividades* são conectados no modelo de processo a *eventos* no *log*. Existem várias relações importantes entre esses cinco conceitos, juntamente com suas cardinalidades. No nível do modelo de processo, um processo pode ter um número arbitrário de *atividades*, mas cada *atividade* pertence precisamente a um *processo* (cardinalidade 1 .. \*). Um *log* de eventos contém informações sobre um único *processo*. Tal *processo* pode consistir em múltiplos *casos*, mas cada *caso* pertence

exatamente a um *processo* (cardinalidade 1 .. \*). Além disso, cada *evento* no *log* pertence a um único *caso* (cardinalidade 1 .. \*). Os *eventos* estão relacionados a *instâncias*. Em particular, cada evento corresponde a uma *instância* (cardinalidade 1 .. \*) enquanto que cada *instância* se refere precisamente a uma *atividade* (cardinalidade 1 .. \*). Várias *instâncias* podem existir para uma *atividade* e para a mesma *instância* pode existir vários *eventos*. Além disso, cada *instância* pertence precisamente a um *caso* (cardinalidade 1 .. \*) (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

Para *casos* e *eventos*, podem existir informações adicionais. Estas informações estão contidas nos *atributos* (cardinalidade 1 .. \*). Cada *atributo* consiste em um nome e um valor. Para um *evento*, dois atributos merecem atenção especial. Para descobrir dependências causais em modelos de processo, os *eventos* precisam ser ordenados. Esse requisito é satisfeito se todos os *eventos* tiverem um *timestamp* representando a data e hora em que o *evento* ocorreu. Caso esta informação não esteja disponível, um *atributo* de *posição* é necessário para especificar a localização de um *evento* em um *caso*. As informações de *timestamp* podem ser usadas para calcular as propriedades de desempenho do processo. O *atributo recurso* (executor do evento) e o *atributo custo* (custo da atividade) podem ser usados para inferir conhecimento adicional do processo (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

## 2.2 DESCOBERTA DE MODELOS DE PROCESSO

O foco dessa seção está em inferir modelos de processo (por exemplo, uma rede de Petri ou um modelo BPMN) capazes de descrever o comportamento real do processo. Assim, o modelo inferido pode descrever as etapas típicas que são tomadas dentro de um processo (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015).

Técnicas de mineração de processos buscam descobrir diferentes tipos de modelos para diferentes perspectivas do processo: perspectiva do processo (“Como?”), perspectiva organizacional (“Quem?”) e a perspectiva de dados (“O quê?”). O formato de saída do modelo dependerá da técnica utilizada (SONG; AALST, 2008).

A perspectiva do processo centra-se no controle de fluxo, isto é, na ordem das atividades, Figura 5a. O objetivo da mineração de processos nessa perspectiva



é encontrar uma boa caracterização de todos os caminhos possíveis e analisar as relações de dependência entre os diversos eventos/atividades do processo. Notações comumente utilizadas para representação são Redes de Petri, FSM (*Finite State Machines*) ou EPC (*Event-driven Process Chain*) (DONGEN et al., 2005; GU; CHANG; YI, 2007).

A perspectiva organizacional concentra-se no campo de origem, ou seja, no entendimento sobre as relações de cooperação entre os envolvidos no processo (pessoas/sistemas). O objetivo nessa perspectiva é estruturar a organização ao classificar as pessoas em termos de funções e unidades organizacionais (Figura 5b) ou para mostrar a relação entre os indivíduos (Figura 5c) (DONGEN et al., 2005; CRUZ, 2010). Já na perspectiva dados o objetivo é compreender o conteúdo dos dados envolvidos em cada instância (CRUZ, 2010).

### 2.2.1 Exemplo da aplicação da mineração de processos

Para ilustrar a aplicação da mineração de processos, sob as perspectivas de controle de fluxo e organizacional, considere o exemplo exposto no Quadro 1 e Figura 5 proposto por Dongen et al. (2005) e Cruz (2010).

QUADRO 1 – EXEMPLO DE LOG DE EVENTOS

(continua)

Eventos	Case id	Atividade	Originador	Timestamp
1	Case 1	Atividade A	John	9-3-2004:15.01
2	Case 2	Atividade A	John	9-3-2004:15.12
3	Case 3	Atividade A	Sue	9-3-2004:16.03
4	Case 3	Atividade B	Carol	9-3-2004:16.07
5	Case 1	Atividade B	Mike	9-3-2004:18.25
6	Case 1	Atividade C	John	10-3-2004:09.23
7	Case 2	Atividade C	Mike	10-3-2004:10.34
8	Case 4	Atividade A	Sue	10-3-2004:10.35
9	Case 2	Atividade B	John	10-3-2004:12.34
10	Case 2	Atividade D	Pete	10-3-2004:12.50

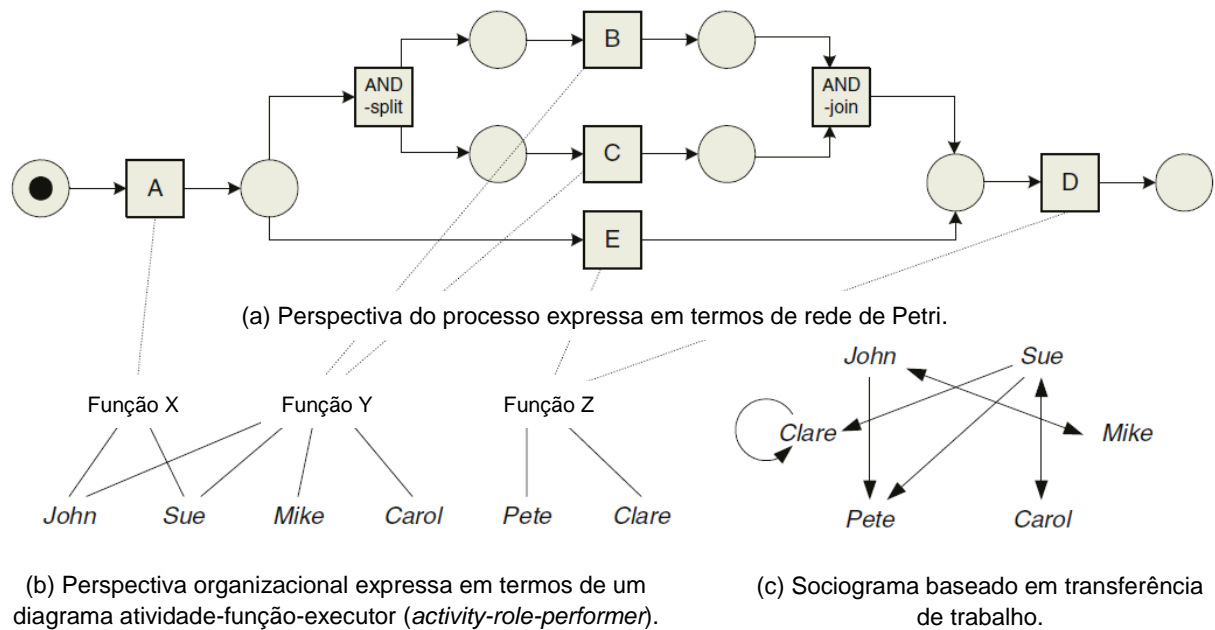
(conclusão)

Eventos	Case id	Atividade	Originador	Timestamp
11	Case 5	Atividade A	Sue	10-3-2004:13.05
12	Case 4	Atividade C	Carol	11-3-2004:10.12
13	Case 1	Atividade D	Pete	11-3-2004:10.14
14	Case 3	Atividade C	Sue	11-3-2004:10.44
15	Case 3	Atividade D	Pete	11-3-2004:11.03
16	Case 4	Atividade B	Sue	11-3-2004:11.18
17	Case 5	Atividade E	Clare	11-3-2004:12.22
18	Case 5	Atividade D	Clare	11-3-2004:14.34
19	Case 4	Atividade D	Pete	11-3-2004:15.56

FONTE: Adaptado de Dongen et al. (2005) e Cruz (2010).

O Quadro 1 mostra um exemplo de *log* envolvendo 19 eventos, 5 atividades (A, B, D, D e E) e 6 originadores (John, Sue, Carol, Mike, Pete, Clare). O *log* também contém 5 instâncias de processos, sendo que em quatro delas (1, 2, 3 e 4) as atividades A, B, C e D foram executadas, e na quinta instância apenas três atividades foram efetuadas: A, E e D. Toda instância começa com a execução da atividade A e termina com a atividade D. Se a atividade B é executada, C também é. Entretanto, em algumas instâncias a atividade C é efetivada antes de B. Baseado nessas informações, um algoritmo de mineração de processos pode descobrir o modelo de processo conforme mostra a Figura 5. O modelo, em notação de redes de Petri (Figura 5a), apresenta informações sobre as perspectivas de controle de fluxo e organizacional. Além da relação de sequência entre as atividades, o modelo mostra o envolvimento dos originadores com as atividades. Já na Figura 5b, os originadores envolvidos em uma mesma atividade estão agrupados por funções, e na Figura 5c, é apresentado um diagrama conhecido como sociograma, que mostra as relações de transferência de trabalho entre os colaboradores envolvidos no processo.

FIGURA 5 – PERSPECTIVA DO PROCESSO (a) E ORGANIZACIONAL (b e c)



FONTE: Adaptado de Dongen et al. (2005) e Cruz (2010).

### 2.2.2 Algoritmos de descoberta de processos

Para cada uma das três perspectivas que foram mencionadas, diversos algoritmos de mineração de processos já foram propostos, dentre eles destacam-se os algoritmos apresentados no Quadro 2.

Nessa dissertação foram usados os algoritmos heurístico e fuzzy. O algoritmo heurístico foi selecionado por ser mais robusto para situações reais, sendo menos sensível a ruídos e informações incompletas no *log* de eventos. O algoritmo fuzzy, fornece uma visão de alto nível do processo e mantém os detalhes agregados, ou seja, os detalhes são abstraídos do comportamento regular e as tarefas e relações mais significativas são enfatizadas.

QUADRO 2 – ALGORITMOS DE DESCOBERTA DE PROCESSOS

Algoritmos	Descrição
Alpha	É um dos algoritmos mais estudados na área de mineração de processos (AALST et al., 2004), estando implementado na ferramenta ProM (DONGEN et al., 2005). Seu objetivo é descobrir uma rede de Petri que modela o processo contido no <i>log</i> de eventos. O algoritmo $\alpha$ não deve ser visto como uma técnica de mineração de processos muito prática, pois tem problemas com ruído, comportamento infrequente / incompleto e construções de roteamento complexos. No entanto, fornece uma boa introdução ao assunto. O algoritmo $\alpha$ é simples e muitas de suas ideias foram incorporadas em técnicas mais complexas e robustas (AALST, 2011). Muitas extensões para o algoritmo foram propostas na literatura técnica (MEDEIROS et al., 2004; WEN; WANG; SUN, 2006; GU; CHANG; YI, 2008).
Heurístico	Algoritmos de mineração heurísticos usam uma representação semelhante à rede causal (C-net). Além disso, esses algoritmos levam em conta frequências e sequências de eventos ao construir um modelo de processo. A ideia básica é que caminhos infrequentes não devem ser incorporados no modelo (AALST, 2011). É um algoritmo mais robusto para situações reais, sendo menos sensível a ruídos e informações incompletas no <i>log</i> de eventos (WEIJTERS; AALST; MEDEIROS, 2006).
Genético	O algoritmo $\alpha$ e as técnicas de mineração heurística e fuzzy fornecem modelos de processo de forma direta e determinística. Abordagens evolutivas usam um procedimento iterativo para imitar o processo de evolução natural. Tais abordagens não são determinísticas e dependem da randomização para encontrar novas alternativas. Os algoritmos de mineração genéticos descobrem redes causais (C-net) usando técnicas do campo da inteligência computacional (AALST, 2011).
Fuzzy	Para evitar modelos de processo do tipo <i>spaghetti</i> , os pesquisadores tem dado uma especial atenção às técnicas de clusterização. Entre elas, destaca-se a abordagem proposta por Günther e Aalst, o Fuzzy Miner. Esta técnica é muito robusta ao ruído, e lida com os problemas dos modelos <i>spaghetti</i> com uma mistura de abstração e agregação. Fornece uma visão de alto nível do processo e os detalhes são agregados, ou seja, os detalhes são abstraídos do comportamento regular. As tarefas e relações mais significativas são enfatizadas. Para atingir estes resultados são utilizadas duas métricas: (1) significância, que mede o nível de relevância das tarefas; e (2) correlação, que determina quão estreitamente relacionadas estão duas tarefas seguidas, e se tais tarefas altamente relacionadas podem ser agregadas. Além disso, o algoritmo fuzzy oferece uma visão dinâmica do processo, reproduzindo o <i>log</i> no modelo e mostrando os casos fluindo através do modelo (AALST; GÜNTHER, 2007).

FONTE: A autora (2016).

## 2.3 ANÁLISE DE CONFORMIDADE

Modelos de processos não produzem resultados sozinhos. Normalmente processos de negócio envolvem pessoas, em ambientes dinâmicos, onde nem sempre é possível seguir todas as regras estabelecidas em um modelo formal. Alguma distância entre o modelo formal e a realidade sempre existe. A análise de conformidade de processos procura determinar o grau de semelhança entre o processo que é realmente executado e aquele que se espera que o seja (CRUZ, 2010).

Existem diversas razões que tornam a análise de conformidade um tópico importante. A confiança em um modelo de processo formal, por exemplo, é elevada quando se pode mostrar que a execução efetiva do processo é consistente com o modelo prescrito. Por outro lado, as informações obtidas podem levantar necessidades de evolução no processo para acomodar novas regras e atividades (SORUMGARD, 1997). De forma geral, busca-se a aderência de processos para:

- Garantir uma execução de processo estável e previsível;
- Garantir a validade dos dados, informações, experiências e conhecimentos adquiridos durante o processo;
- Garantir que a execução do processo satisfaça determinados requisitos como, por exemplo, um modelo de certificação;
- Reduzir tempos e custos, na medida em que se possui um maior conhecimento e controle sobre os processos.

Os resultados da análise de conformidade são orientados pelas métricas *Fitness* e *Appropriateness*, porém nesta dissertação foi usada apenas a métrica *Fitness* para análise de conformidade dos processos na área da saúde. Os autores Aalst e Rozinat (2008) e Freitas, Pelaes e Carneiro (2009), definem as métricas supracitadas da seguinte forma:

- *Fitness*: mensura o grau de compatibilidade entre os percursos (*traces*) identificados em um dado *log* de eventos (caminhos efetivos) e os caminhos executados pelo modelo de processo de referência;
- *Appropriateness*: mede o grau de precisão com que o modelo de processo descreve o comportamento observado, combinado com o grau de clareza em que é representado.

### 2.3.1 *Fitness*

Partindo-se do princípio de que *fitness* atua comparando os *traces* de um determinado *log* de eventos com os caminhos executados pelo modelo de processo de referência, a maneira mais lógica de se efetuar tal análise é replicar o *log* de eventos junto ao modelo em questão, medindo-se o grau de divergência entre os *traces* do *log* e do modelo (AALST; ROZINAT, 2008; FREITAS; PELAES; CARNEIRO, 2009). Matematicamente, tal método é guiado pela seguinte equação:

$$f = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k n_i m_i}{\sum_{i=1}^k n_i c_i} \right) + \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k n_i r_i}{\sum_{i=1}^k n_i p_i} \right)$$

onde,

$k$  – número de diferentes *traces* registrados em um *log* de eventos;

$i$  – cada *trace* observado;

$n_i$  – número de instâncias de processo combinadas em um determinado *trace*;

$m_i$  – número de fichas (*tokens*) perdidos (faltantes);

$c_i$  – número de fichas (*tokens*) consumidos;

$r_i$  – número de fichas (*tokens*) restantes;

$p_i$  – número de fichas (*tokens*) produzidos.

Com base nos resultados da equação supracitada, pode-se atribuir os valores de *fitness* a cada *log*, de acordo com o seguinte raciocínio: quanto mais próximo de 1 (um) for o valor de *fitness*, melhor será a associação entre o *log* de eventos e o modelo de processo de referência; quanto mais próximo de 0 (zero), em contrapartida, pior será a associação entre um dado *log* e o modelo de processo (FREITAS; PELAES; CARNEIRO, 2009).

### 2.3.2 Algoritmos de análise de conformidade em mineração de processos

Para realizar a análise de conformidade, diversos algoritmos de mineração de processos já foram propostos, dentre eles destacam-se os algoritmos apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 – ALGORITMOS DE ANÁLISE DE CONFORMIDADE

(continua)

Algoritmos	Descrição
<b><i>Declare Analyzer</i></b>	<i>Declare</i> é uma linguagem declarativa com uma representação gráfica intuitiva para descrever restrições e atividades. Sua semântica formal é baseada na Lógica Temporal Linear (LTL) para <i>traces</i> finitos, onde cada restrição é definida através de uma fórmula LTL. O conjunto de ferramentas <i>Declare</i> inclui um <i>designer</i> gráfico, um mecanismo de fluxo de trabalho, um manipulador de lista de trabalho e várias ferramentas de análise (LEONI; MAGGI; AALST, 2015). O <i>Declare Analyzer</i> utiliza um modelo <i>Declare</i> e um <i>log</i> de eventos como entradas e identifica os desvios entre o comportamento real registrado no <i>log</i> de eventos e o admissível conforme descrito no modelo <i>Declare</i> . Em particular, mostra ativações, cumprimentos e violações de cada constrangimento envolvido no modelo (BURATTIN et al., 2012).
<b><i>Replay a Log on a Flexible Model</i></b>	Verificador de conformidade baseado no algoritmo A*. Também pode ser aplicado a redes de Petri, redes causais (C-net) e modelos YAWL (AALST, 2011).
<b><i>Declare Checker</i></b>	A conformidade do <i>log</i> de eventos com um modelo <i>Declare</i> também pode ser verificada usando o <i>Declare Checker</i> . Esse algoritmo estima o <i>fitness</i> entre o modelo de processo de referência e o <i>log</i> de eventos. Mostra também como os casos não conformes devem ser modificados para se alinharem com o comportamento desejado, levando à identificação de ações reparativas. O <i>Declare Checker</i> é composto de dois <i>plug-ins</i> diferentes: o <i>Declare Replayer</i> e o <i>Declare Diagnoser</i> . O <i>Declare Replayer</i> adota como entradas um modelo <i>Declare</i> e um <i>log</i> de eventos, e mede para cada caso no <i>log</i> o <i>fitness</i> do caso em relação ao modelo em um intervalo de 0 (pior <i>fitness</i> ) a 1 (melhor <i>fitness</i> ). Se, em alguns casos, o valor de <i>fitness</i> for menor, um alinhamento entre o caso e o modelo é criado para mostrar como o caso deve ser modificado para se adequar perfeitamente ao modelo. A partir dos resultados derivados do <i>Declare Replayer</i> , o <i>Declare Diagnoser</i> gera um mapa para dar uma visão superior das discrepâncias entre o <i>log</i> e o modelo. Em particular, as restrições e as atividades no modelo <i>Declare</i> de referência são assinaladas com números (variando de 0 a 1) representando seu grau de conformidade. O grau de conformidade de uma atividade no modelo é uma indicação do número de vezes que a atividade foi removida ou adicionada para calcular os alinhamentos entre todos os casos no <i>log</i> e no modelo de referência. O grau de conformidade de uma restrição no modelo é uma indicação do número de vezes que a restrição foi violada no <i>log</i> de eventos. No mapa, as atividades e restrições do modelo de referência são coloridas com cores que variam de vermelho a verde para indicar o grau de conformidade variando de 0 (vermelho) a 1 (verde) (LEONI; MAGGI; AALST, 2015).
<b><i>ETConformance</i></b>	Dado um modelo de processo e um <i>log</i> de eventos, o comportamento do modelo restrito ao <i>log</i> é computado. A fronteira entre o <i>log</i> e o comportamento do modelo de processo define pontos cruciais onde o modelo se desvia do <i>log</i> . Essa situação é chamada de escapar borda ( <i>escaping edges</i> ). Ao quantificar essas bordas e sua frequência, busca-se fornecer uma medição concisa da dimensão precisão. (MUNOZ-GAMA; CARMONA, 2010).

(conclusão)

Algoritmos	Descrição
<b>LTL-Checker</b>	Esta ferramenta foi desenvolvida no contexto do <i>framework ProM</i> . Dado um <i>log</i> de eventos, certas propriedades são verificadas. Um exemplo é o princípio dos quatro olhos, isto é, embora autorizado a executar duas atividades, uma pessoa não está autorizada a executar ambas as atividades para o mesmo caso. Por exemplo, um gerente pode enviar solicitações (por exemplo, comprar um equipamento, fazer uma viagem ou trabalhar horas extras) e também pode aprovar solicitações. No entanto, pode ser desejável aplicar o princípio dos quatro olhos, o que implica que o gerente não tem permissão para aprovar seu próprio pedido. Se houver um registro de eventos recodificando os eventos "enviar pedido" e "aprovar pedido", o princípio dos quatro olhos pode ser verificado facilmente. Dífceis são as propriedades relacionadas à ordenação ou presença de atividades. Por exemplo, a atividade A só pode ocorrer se for precedida pela atividade B ou atividade C e imediatamente seguida pela atividade D. Portanto, os autores Aalst, Beer e Dongen propõem uma abordagem baseada na lógica temporal, mais especificamente, usando uma extensão da Lógica Temporal Linear (LTL) adaptada para <i>logs</i> de eventos contendo informações sobre atividades, casos (instâncias de processo), <i>timestamps</i> , originadores (pessoa ou recurso que executa a atividade) e dados relacionados (AALST; BEER; DONGEN, 2005).

FONTE: A autora (2016).

Nessa dissertação foi usado o algoritmo *LTL-Checker* para averiguar se as regras com relação à ordem das atividades executadas para determinados percursos clínicos estavam sendo cumpridas. E o *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis* para analisar os tempos dos percursos clínicos selecionados pelo algoritmo *LTL-Checker*.

## 2.4 FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Com o desenvolvimento de algoritmos de mineração de processos, fez-se necessário o desenvolvimento de ferramentas para dar suporte a estas expressões (SZIMANSKI, 2013). Desta forma, nessa época (2002) surgiram plataformas de mineração de processos muito simples, tais como, *MiMo* ( $\alpha$ -miner baseado em *ExSpect*), *EMiT* ( $\alpha$ -miner levando em conta informações transacionais), *Little Thumb* (precursor do *heuristic miner*), *InWolvE* (minerador baseado em gráficos de atividade estocástica), e *Process Miner* (minerador assumindo modelos estruturados) (AALST et al., 2003). No entanto, essas ferramentas apresentaram diversas limitações, pois



foram baseadas em suposições ingênuas (modelos de processo simples e conjuntos de dados pequenos, mas completos) e não forneceram suporte para projetos de mineração de processos reais (escalabilidade, interface de usuário intuitiva, etc.). Isso desencadeou no desenvolvimento do *framework ProM*, um ambiente "*plug-able*" para mineração de processos usando como entrada o formato MXML. O objetivo da primeira versão deste *framework* era fornecer uma base comum para todos os tipos de técnicas de mineração de processos, como por exemplo, suportar o carregamento, filtrar os *logs* de eventos e visualizar os resultados (AALST, 2011).

Em 2004, foi lançada a primeira versão totalmente funcional do *framework ProM* (*ProM 1.1*). Esta versão continha 29 *plug-ins*, sendo, 6 *plug-ins* de mineração, 7 *plug-ins* de análise, 4 *plug-ins* de importação, 9 *plug-ins* de exportação e 3 *plug-ins* de conversão. Com o tempo, mais *plug-ins* foram adicionados, por exemplo, o *ProM 5.2*, lançado em 2009, continha 286 *plug-ins*: 47 *plug-ins* de mineração, 9 *plug-ins* de análise, 22 *plug-ins* de importação, 45 *plug-ins* de exportação, 44 *plug-ins* de conversão e 32 *plug-ins* de filtro. Já o mais recente *ProM 6*, lançado em novembro de 2010, é baseado no XES (novo padrão de mineração de processos adotado pela *IEEE Task Force on Process Mining*) e não no MXML. Embora o *ProM 5.2* já pudesse carregar enormes quantidades de registros de eventos, a escalabilidade e a eficiência foram melhoradas usando o *OpenXES* (AALST, 2011).

A funcionalidade do *ProM* é sem precedentes, ou seja, não há nenhum produto que ofereça um conjunto comparável de algoritmos de *mineração de processos*. No entanto, a ferramenta não é suportada por uma organização comercial e requer experiência em mineração de processos. Assim, o *ProM* tem as vantagens e desvantagens comuns para *software open-source*. Felizmente, há um número crescente de *softwares* comercialmente disponíveis que oferecem capacidades de mineração de processos. Alguns desses produtos incorporam a funcionalidade da mineração de processos em um sistema maior, outros visam simplificar a mineração de processos usando uma interface de usuário intuitiva. Além dessas iniciativas comerciais, existem também vários grupos de pesquisa que desenvolvem ferramentas de descoberta de processos autônomas (AALST, 2011). O Quadro 4, mostra as ferramentas mais importantes de mineração de processos disponíveis atualmente.

QUADRO 4 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS SOFTWARES DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS

(continua)

Ferramenta	Companhia	Tipo	Características
<b>ARIS Process Performance Manager (PPM)</b>	Software AG	Comercial	Pertence a empresa <i>Software AG</i> (inicialmente desenvolvido pela <i>IDS Scheer</i> ). Tem como objetivo analisar os processos de negócios com base em dados históricos. O foco principal é na análise de desempenho (investigação até o nível de instância, <i>benchmarking</i> e <i>dashboards</i> ). O ARIS PPM suporta diversos formatos de entrada, tais como arquivos CSV, <i>logs</i> de eventos extraídos de bancos de dados e sistemas externos (ERP, CRM, entre outros), gráfico PPM e sistema de eventos PPM. Os modelos descobertos podem ser exportados como arquivos de imagem, XML e arquivos AML. Os dados gerados como resultados de diferentes tipos de análises podem ser salvos em arquivos do Microsoft Office Excel®. O ARIS PPM não suporta análise de conformidade, previsão e recomendação.
<b>Enterprise Visualization Suite</b>	Businesscape	Comercial	Concentra-se na análise de processos de negócios suportados pelo SAP.
<b>Disco</b>	Fluxicon	Comercial	Sucessora do Nitro (ferramenta ETL adaptada para a extração de <i>logs</i> de eventos). O Disco é uma ferramenta autônoma para análise de mineração de processos, com foco em alto desempenho (manipulação de conjuntos de dados grandes e complexos) e facilidade na manipulação do <i>software</i> . O algoritmo de mineração de processos usado nessa ferramenta é baseado na mineração fuzzy. O Disco suporta abstração e generalização usando a metáfora da cartografia, desta forma, o instrumento é capaz de lidar também com processos complexos do tipo <i>spaghetti</i> . Outras dimensões tais como o desempenho, podem ser analisadas através de visualizações avançadas dos modelos de processo minados. Assim, tem como principal objetivo extrair informações significativas de processos a partir de <i>log</i> de eventos, a fim de melhorá-los.
<b>Genet/Petrify</b>	Universitat Politècnica de Catalunya	Acadêmica	<i>Genet</i> , <i>Petrify</i> , <i>Rbminer</i> e <i>Dbminer</i> são ferramentas de síntese usando <i>state-based regions</i> . Um <i>log</i> de eventos pode ser convertido em um sistema de transição e subsequentemente sintetizado em uma rede de Petri. A teoria da região clássica precisa ser estendida para torná-la mais aplicável a descoberta de processo. Por exemplo, <i>Rbminer</i> adapta a teoria clássica para fornecer modelos de processo mais compactos e legíveis. Essas ferramentas só suportam a descoberta de modelos de processos e confiam no ProM para a análise de conformidade.

Ferramenta	Companhia	Tipo	Características
<b>Interstage BPME</b>	<i>Fujitsu</i>	Comercial	É oferecido como um serviço, ou seja, as organizações não precisam instalar novos <i>softwares</i> em seus computadores. O processo descoberto pode ser carregado no <i>Interstage BPM Studio</i> (ou em outros sistemas que suportam XPDL). O foco está na descoberta do processo, fornecendo informações sobre o que realmente está acontecendo. A ferramenta é incapaz de descobrir a simultaneidade, mas é capaz de abstrair um comportamento infrequente. <i>Interstage BPME</i> é capaz de analisar o desempenho usando indicadores como o tempo de fluxo. Perspectivas adicionais não são descobertas (além do tempo) e recursos avançados como previsão, recomendação e análise de conformidade não são suportados.
<b>OKT Process Mining suite</b>	<i>Exeura s.r.l.</i>	Open-source	Usa a abordagem de descoberta de processos proposta por Greco, Guzzo, Pontieri e Saccà (2006): descobrindo modelos de processos expressivos por <i>clusterização</i> dos <i>traces</i> no <i>log</i> .
<b>Process Discovery Focus</b>	<i>Iontas (Verint Systems)</i>	Comercial	Suporta a descoberta de modelos de processos.
<b>ProcessAnalyzer</b>	<i>Software QPR</i>	Comercial	É uma ferramenta comercial de mineração de processos baseado no Microsoft Office Excel®, produzido pela empresa finlandesa <i>Software QPR</i> . Usa algoritmos de descoberta de processos inspirados no algoritmo $\alpha$ e na mineração heurística. A ferramenta é instalada como um <i>add-on</i> no Microsoft Office Excel®. Após a instalação, uma nova aba chamada <i>QPR ProcessAnalyzer</i> é criada no ambiente. O sistema é capaz de importar qualquer <i>log</i> de eventos adequado que esteja aberto no Excel, desde que o registro esteja contido em uma planilha com o título "Data". O <i>QPR ProcessAnalyzer</i> oferece cinco diferentes tipos básicos de análise de processos: processos, variação, <i>timeline</i> , percursos e análises de recursos.
<b>Rbminer/Dbminer</b>	<i>Universitat Politècnica de Catalunya</i>	Acadêmica	<i>Genet</i> , <i>Petrify</i> , <i>Rbminer</i> e <i>Dbminer</i> são ferramentas de síntese usando <i>state-based regions</i> (ver <i>Genet/Petrify</i> ).
<b>Flow</b>	<i>Fourspark</i>	Comercial	Desenvolvida pela companhia Norueguesa <i>Fourspark</i> . Suporta o formato de importação do Microsoft Office Excel® 2003 (arquivos.xls). A interface de usuário é construída como um painel de controle, fornecendo flexibilidade para o usuário criar vários <i>widgets</i> que exibem diferentes tipos de informação.

Ferramenta	Companhia	Tipo	Características
<b>ProM</b>	TU/e *	Open-source	O ProM é uma plataforma acadêmica extensível para métodos de mineração de processos em um ambiente padrão, pois tem suporte para a implementação de diferentes algoritmos sob a forma de <i>plug-ins</i> que servem para diferentes propósitos de mineração de processos. O ProM é chamado de “framework”, pois é um aplicativo que pode ser estendido com <i>plug-ins</i> terceiros, onde cada <i>plug-in</i> implementa uma técnica de mineração diferente. Desta forma, o ProM permite aos pesquisadores a combinação de seus próprios algoritmos com algoritmos de outros pesquisadores, e também a integração com muitas ferramentas existentes, tanto comerciais como livres. O framework ProM recebe arquivos de entrada no formato eXtensible Event Stream (XES) ou Mining XML (MXML) e oferece suporte na forma de plug-ins para múltiplos formatos e linguagens, tais como, redes de petri, EPC, redes sociais, entre outras.
<b>Reflect</b>	Futura Process Intelligence	Comercial	<i>Reflect one</i> por Pallas Athena e <i>Reflect</i> por Futura Process Intelligence são essencialmente o mesmo produto. <i>Reflect</i> é um dos produtos mais maduros e pode ser usado como uma ferramenta autônoma ou como um componente do <i>BPM one suite</i> . Os modelos descobertos podem ser carregados para o sistema BPM de Pallas Athena. É possível também aplicar técnicas de mineração de processos a modelos pré-definidos. Desta forma, todo o ciclo de vida de BPM pode ser suportado. <i>Reflect</i> visa à facilidade de utilização e escalabilidade, usando dois algoritmos de descoberta diferentes, sendo um deles baseado na abordagem de mineração genética e o outro assume um modelo sequencial para facilitar a filtragem de comportamento infrequente. <i>Reflect</i> também apoia a mineração organizacional criando redes sociais baseadas em <i>handovers</i> de trabalho. Os modelos descobertos podem ser transformados em modelos de simulação. O <i>Reflect</i> não suporta a análise de conformidade e previsão.
<b>Reflect one</b>	Pallas Athena	Comercial	<i>Reflect  </i> por Pallas Athena e <i>Reflect</i> por Futura Process Intelligence são essencialmente o mesmo produto (ver <i>Reflect</i> ).
<b>ServiceMosaic</b>	University of New South Wales	Acadêmica	É adaptado para a análise de <i>logs</i> de interação de serviços, por exemplo, os <i>logs</i> do <i>HP SOA Manager</i> . A ferramenta descobre sistemas de transição, mas não consegue descobrir simultaneidade. Em vez disso, o foco está em lidar com ruído e refinamento de protocolo.

\* TU/e: Universidade Tecnológica de Eindhoven (*Technische Universiteit Eindhoven*).

FONTE: Adaptado de DONGEN et al. (2005); AALST (2011); AILENEI (2011); SZIMANSKI (2013).

Dentre todas as ferramentas de mineração de processos apresentadas no Quadro 4, nesta dissertação foram usadas o ProM e Disco. A ferramenta ProM foi selecionada por ser uma plataforma acadêmica do tipo *open-source* que permite a integração com outras ferramentas de mineração de processos existentes e por realizar análises de conformidade. Já o *software* Disco foi usado pelo seu foco em alto desempenho, facilidade na manipulação, capacidade de lidar com processos complexos do tipo *spaghetti*, e por ser baseado na mineração fuzzy.

## 2.5 MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE

Para escrever essa seção, foi realizada uma revisão sistemática da literatura e uma análise bibliométrica sobre Mineração de Processos na Área da Saúde.

### 2.5.1 Resultados e análise da revisão sistemática da literatura e bibliometria

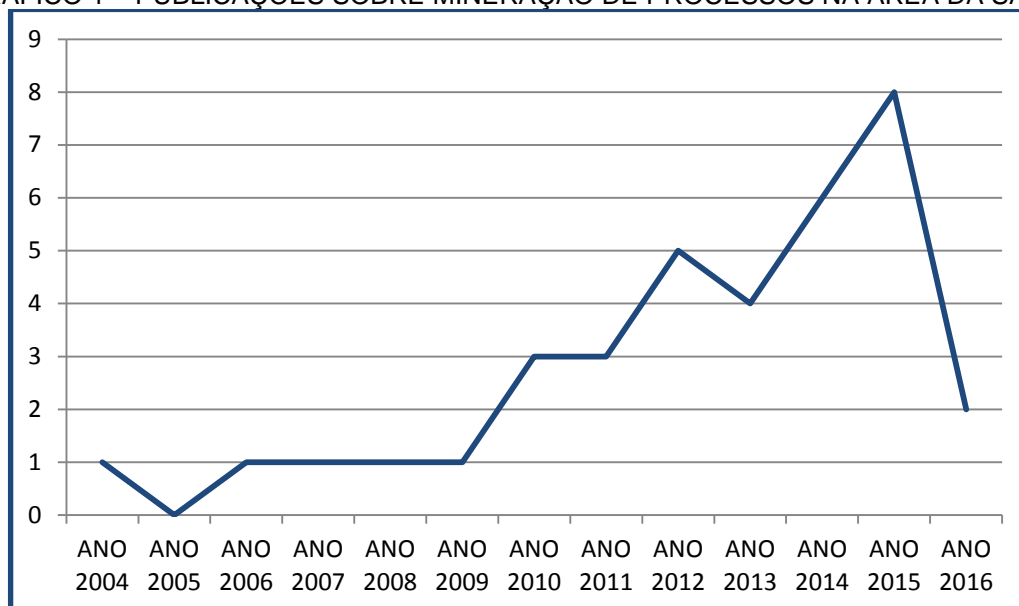
O primeiro objetivo da análise descritiva buscou identificar a evolução dos trabalhos publicados de acordo com os anos, a fim de observar o desenvolvimento do tema ao longo do tempo, ou seja, identificar tendências de crescimento ou decréscimo de estudos na área.

No Gráfico 1 é possível observar que a primeira publicação relacionando mineração de processos e saúde foi em 2004, mostrando que o tema em estudo é recente. Percebe-se também que existe uma tendência de crescimento de estudos nessa área, pois os picos maiores foram em 2014 e 2015 com 6 e 8 publicações, respectivamente, em cada ano, 2012 com 5 publicações, 2013 com 4 publicações, e os anos 2010 e 2011 com três publicações cada um. O ano de 2016 aparece com apenas dois trabalhos, porém, deve ser considerado que a busca neste período abrangeu apenas os três primeiros meses do ano.

O autor Wil M. P. van der Aalst (2011), valida os resultados obtidos nesse trabalho com a seguinte exposição: “Quando a mineração de dados começou a florescer nos anos noventa, foi dada pouca atenção aos processos. Além disso, só recentemente *logs* de eventos tornaram-se onipresente permitindo, assim, a descoberta de processos ponta a ponta. Desde o primeiro levantamento sobre a mineração de processos em 2003, o progresso tem sido espetacular. Técnicas de

mineração de processos já estão em idade adulta e apoiadas por diversas ferramentas. O espectro de mineração de processos está ampliando significativamente”.

GRÁFICO 1 – PUBLICAÇÕES SOBRE MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE



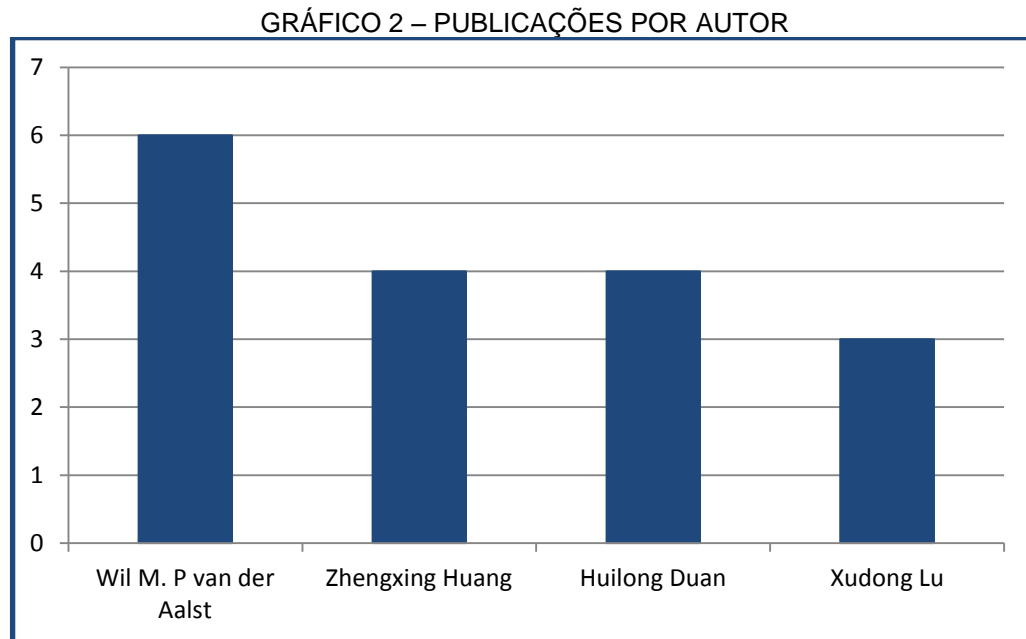
FONTE: A autora (2016).

Na segunda análise descritiva, foram identificados os autores com pelo menos três publicações na área, e na sequência, foram ranqueados os autores entre todos os trabalhos selecionados que apresentaram o maior número de citações.

No Gráfico 2 nota-se que o autor Wil M. P. van der Aalst tem a maior quantidade de trabalhos publicados sobre o tema pesquisado, provavelmente em virtude dos interesses de estudo do autor, que inclui: gestão *workflow*, mineração de processos, redes de Petri, gestão de processos de negócio, modelo de processos e análises de processos.

Os autores Zhengxing Huang, Huilong Duan e Xudong Lu, publicaram três artigos juntos. Em todas as pesquisas os autores adotaram a mineração de processos para analisar caminhos clínicos e procuraram desenvolver uma nova abordagem de mineração de processos com o intuito de encontrar um conjunto de padrões nos percursos clínicos (HUANG; LU; DUAN, 2012; HUANG et al., 2013; HUANG et al., 2014).

Os autores Ronny Mans, Barbara Weber, Jan Vanthienen, Kris Vanhaecht, Erik Van Limbergen, Jochen de Weerd, Jakob Pinggera, Mario Piattini, Ricardo Perez-Castillo, Ignacio Garcia-Rodriguez de Guzman, Filip Caron, Bart Baesens, Wei Dong, Lei Ji, ficaram com a quarta colocação com duas publicações cada um.



FONTE: A autora (2016).

No Quadro 5, são apresentados, entre todos os trabalhos selecionados, os autores e publicações com o maior número de citações pelas bases de dados Web of Science<sup>TM</sup> e Google Acadêmico<sup>®</sup>.

Com 53 citações pela Web of Science<sup>TM</sup> e 158 pelo Google Acadêmico<sup>®</sup>, o artigo *Mining process models with non-free-choice constructs* concentrou os seus esforços em modelos de mineração de processos com construção *non-free-choice*, ou seja, em situações que existe uma mistura de escolha e de sincronização, como, por exemplo, os hospitais. Embora a maioria dos processos da vida real apresente um comportamento *non-free-choice*, algoritmos existentes são incapazes de lidar adequadamente com tais construções. Assim, usando uma representação baseada em redes de Petri, os autores mostraram que existem dois tipos de dependências causais entre tarefas, ou seja, explícitas e implícitas. Os autores, então, propuseram um algoritmo que é capaz de lidar com esses dois tipos de dependências, e os resultados experimentais mostraram que o algoritmo, de fato, melhora

significativamente as técnicas de mineração de processos existentes (WEN et al., 2007).

QUADRO 5 – CITAÇÕES POR AUTOR E PUBLICAÇÃO

Título	Web of Science™	Google Acadêmico®	Autor	Ano
<i>Mining process models with non-free-choice constructs</i>	53	158	Lijie Wen, Wil M. P. van der Aalst, Jianmin Wang, Jianguang Sun	2007
<i>Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining</i>	36	133	Alvaro Rebugue, Diogo R. Ferreira	2012
<i>Process mining techniques: an application to stroke care</i>	36	91	Ronny Mans, Helen Schonenberg, Giorgio Leonardi, Silvia Panzarasa, Anna Cavallini, Silvana Quaglini, Wil van der Aalst	2008
<i>A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse</i>	34	124	Wan-Shiou Yang, San-Yih Hwang	2006
<i>On mining clinical pathway patterns from medical behaviors</i>	28	47	Zhengxing Huang, Xudong Lu, Huilong Duan	2012
<i>Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process mining</i>	21	34	Ricardo Perez-Castillo, Barbara Weber, Jakob Pinggera, Stefan Zugal, Ignacio Garcia Rodrigues de Guzman, Mario Piattini	2011

FONTE: A autora (2016).

Rebugue e Ferreira (2012), citados 36 vezes no Web of Science™ e 133 no Google Acadêmico®, relatam que a implementação da mineração de processo na área da saúde é um campo relativamente novo, e seu uso pode ajudar a tomar a decisão clínica correta, reduzindo os custos e melhorando a qualidade do tratamento, entre outros. Os processos na área da saúde ocorrem em um ambiente em constante mudança, que os torna um dos mais complexos quando comparado com os outros ambientes organizacionais, devido à flexibilidade e a quantidade de processos envolvidos. Esta área se destaca por sua alta imprevisibilidade e pela interação entre diversas áreas. Os autores então apresentam uma metodologia de



aplicação das técnicas de mineração de processos para a identificação de um comportamento regular, variantes de processo, e casos médicos excepcionais. A abordagem é demonstrada em um estudo de caso realizado na emergência de um hospital em Portugal.

Mans et al. (2008) expõem que em um mercado de cuidados de saúde altamente competitivo, as instituições de saúde precisam se concentrar em maneiras de agilizar seus processos, a fim de prestar serviços de alta qualidade e ao mesmo tempo reduzir custos. Explicam também que para atingir esses objetivos, os gestores hospitalares precisam de uma profunda compreensão dos processos reais e que isso é possível por meio da mineração de processos. Técnicas de mineração de processos são aplicadas para descobrir como os pacientes com AVC são tratados em diferentes desses hospitais. Primeiro, houve uma necessidade de pré-processamento intensivo dos eventos clínicos para construir os *logs* de eventos. Em seguida, o algoritmo *Heuristic Miner* (ProM) foi usado para obter *insights* sobre a perspectiva de controle de fluxo do processo. Foi descoberto que diferentes práticas clínicas são usadas para tratar pacientes com diagnósticos semelhantes. O modelo de processo descoberto foi convertido em redes de Petri, para analisar os gargalos e indicadores de desempenho. Concluiu-se que a mineração de processos pode ser aplicada com sucesso para compreender as diferentes vias clínicas adotadas por diferentes hospitais e diferentes grupos de doentes. Acima de tudo, o trabalho demonstra a aplicabilidade da mineração de processos no domínio da saúde.

Wan-Shiou Yang e San-Yih Hwang (2006), utilizaram as técnicas de mineração de processos para detecção de fraudes e abusos nos sistemas de saúde. As abordagens propostas foram avaliadas objetivamente por um conjunto de dados reais coletados do programa *National Health Insurance* (NHI), em Taiwan. Os experimentos empíricos mostraram que as técnicas são eficientes e capazes de identificar alguns casos fraudulentos e abusivos.

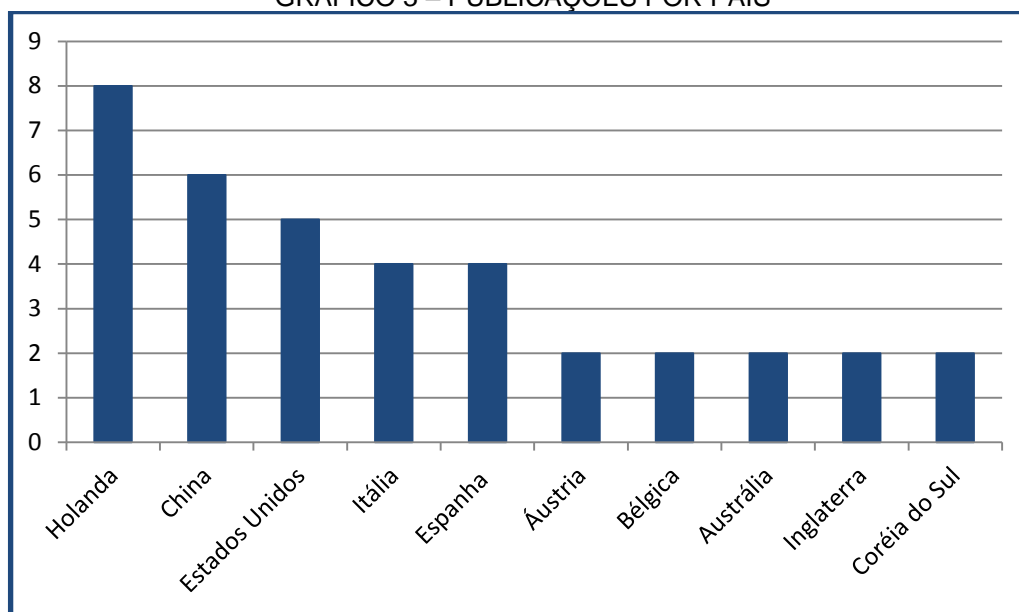
No artigo *Summarizing clinical pathways from event logs*, os autores Zhengxing Huang, Xudong Lu, Huilong Duan, Wu Fan (2013), apresentam uma nova abordagem para descobrir de forma concisa a estrutura de um caminho clínico, ao mesmo tempo em são revelados de forma crítica os comportamentos médicos em intervalos de tempo específicos durante todo o percurso. A abordagem proposta define formalmente o problema de sumarização da via clínica como um problema de otimização que pode ser resolvido em tempo polinomial usando um algoritmo de

programação dinâmica. Mais especificamente, dado um registro de eventos de entrada, a abordagem apresentada resume um percurso clínico segmentando os intervalos de tempo contínuos e sobrepostos, e descobre padrões de comportamento médico frequentes em cada intervalo de tempo específico. O algoritmo é aplicado em um conjunto de dados reais, extraídos do Hospital Central Zhejiang Huzhou, China, no que diz respeito a quatro doenças específicas: câncer de pulmão brônquico, câncer de cólon, câncer gástrico e AVC, no período 08/2007 a 09/2009. Embora os comportamentos médicos contidos nestes registros sejam muito diversos e heterogêneos, os resultados experimentais indicam que a abordagem apresentada é viável para construir sumários condensados de trajetória clínica em tempo polinomial a partir dos registros coletados. Os resultados experimentais indicaram que o resumo do caminho clínico gerado não só revela a estrutura global de um percurso, mas também fornece uma compreensão completa da forma como os comportamentos médicos reais são praticados em intervalos de tempo específicos. No mesmo ano (2013), os autores publicaram o artigo *On mining clinical pathway patterns from medical behaviors*, presente no Quadro 5. Nesse artigo, os autores, adotaram a mineração de processos para analisar caminhos clínicos e procuraram desenvolver uma nova abordagem de mineração de processos com o intuito de encontrar um conjunto de padrões nos percursos clínicos (HUANG; LU; DUAN, 2012; HUANG et al., 2013; HUANG et al., 2014).

No artigo intitulado “*Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process mining*”, os autores Perez-Castillo et al. (2011), apresentam uma técnica para a obtenção de *logs* de eventos a partir de sistemas de informação tradicionais por analisar e modificar LISs (*Legacy Information Systems*). A técnica permite que os sistemas modificados registrem dinamicamente os *logs* de eventos. A abordagem é validada em um estudo de caso envolvendo um sistema de informação em saúde, utilizado em hospitais austríacos. A técnica obtém *logs* de eventos de forma eficaz e eficiente, que permitem a descoberta de processos de negócios integrados.

A terceira análise descritiva buscou avaliar o conteúdo dos periódicos quanto ao país de origem.

GRÁFICO 3 – PUBLICAÇÕES POR PAÍS



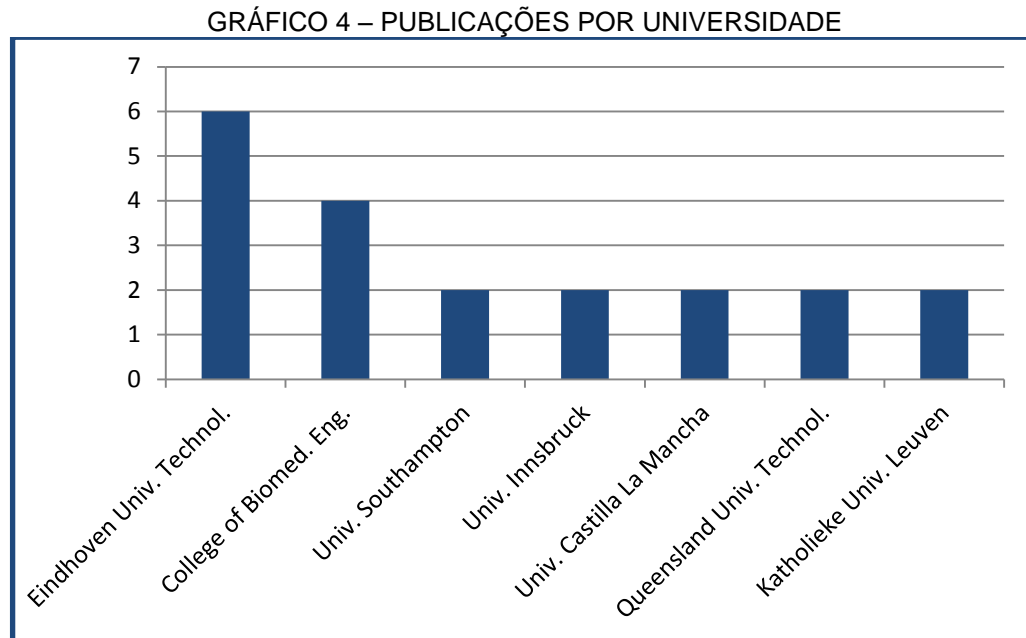
FONTE: A autora (2016).

Observa-se no Gráfico 3 uma predominância de trabalhos publicados na Holanda. Um resultado coerente, uma vez que o pesquisador Wil M. P van der Aalst, criador da mineração de processos, faz parte da Universidade de Tecnologia de Eindhoven - Departamento de Matemática e Ciência da Computação, localizado nesse país. Os autores Ronny Mans, Hajo Reijers, Daniel Wismeijer, Chen Li, Andreas Wombacher, respectivamente das instituições Universidade de Tecnologia de Eindhoven, Percept Software, Centro Acadêmico de Tandheelkunde Amsterdam e Universidade de Twente também colaboraram com a quantidade expressiva de publicações na Holanda.

Na segunda posição aparece a China com 6 publicações, e na terceira posição os Estados Unidos com 5 publicações sobre o tema em questão, seguido da Itália e Espanha com quatro pesquisas difundidas em cada país. Os demais países, Áustria, Bélgica, Austrália, Inglaterra e Coreia do Sul publicaram 2 artigos cada.

A quarta análise buscou investigar as universidades que apresentam pelo menos duas publicações sobre o tema pesquisado. No Gráfico 4 observa-se que as universidades que mais se destacam são: Universidade Holandesa de Tecnologia de Eindhoven com seis publicações, seguida da Universidade Chinesa de Engenharia Biomédica com quatro pesquisas, e as Universidades Inglesa de Southampton,

Austríaca de Innsbruck, Hispânica Castilla-La Mancha, Australiana de Tecnologia de Queensland e a Belga Católica de Leuven com duas publicações cada universidade.



FONTE: A autora (2016).

### 2.5.2 Conclusões da revisão sistemática da literatura e bibliometria

Os artigos relatam que os processos na área da saúde ocorrem em um ambiente em constante mudança e, portanto, são mais complexos quando comparados com outros ambientes organizacionais, devido à flexibilidade e a quantidade de processos envolvidos. Para Rebugue e Ferreira (2012), tais processos são peculiares e geralmente possuem as seguintes características: a) altamente dinâmicos: devido à dinâmica do constante surgimento de novos medicamentos, procedimentos, tratamentos e doenças; b) altamente complexos: devido a diversos fatores, como, processos complexos de decisão médica, grande quantidade de dados, imprevisibilidade dos pacientes e dos tratamentos, entre outros fatores; c) multidisciplinares: devido à existência de diversos departamentos especializados, disciplinas médicas e serviços de saúde que normalmente este setor possui e; d) *ad-hoc*: devido ao alto grau de variabilidade, não repetitividade, e ordem de execução de baixa previsibilidade quando analisada uma grande medida de execuções (Quadro 6).

QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE

Características	Fundamentos
Altamente dinâmico	Constante surgimento de novos medicamentos, procedimentos, tratamentos, doenças, entre outros.
Altamente complexo	Processos complexos de decisão médica, grandes quantidades de dados, a imprevisibilidade dos pacientes e tratamentos, entre outros.
Multidisciplinar	Caracterizados pela quantidade de departamentos especializados, disciplinas médicas e serviços de saúde.
<i>Ad hoc</i>	Pelo alto grau de variabilidade, caráter não repetitivo e ordem de execução não determinística em grande medida.

FONTE: Adaptado de REBUGE e FERREIRA (2012).

Na área de saúde, a utilização da mineração de processos é um campo relativamente novo, e seu uso pode ajudar a processar e analisar sistematicamente e rapidamente uma grande quantidade de dados relacionados a pacientes e respectivas doenças, como por exemplo, auxílio na tomada de decisão, redução de custos, identificação dos fluxos seguidos por pacientes com determinadas doenças, correlação entre os tratamentos administrados, chances de cura, complicações, qualidade dos tratamentos, melhora dos processos clínicos (diminuir o tempo de espera para consultas, otimizar os agendamentos, identificar a melhor opção terapêutica, avaliar os caminhos clínicos, mediar os dados de eventos que refletem a realidade clínica, estabelecer as diretrizes clínicas que descrevem as melhores práticas na medicina), entre outros.

Contatou-se também que a importância da mineração de processos na área da saúde é que ela é capaz de, com base nas informações de registros armazenados, fornecer automaticamente a descrição dos processos de tratamento de pacientes que atualmente estão sendo executados.

Outro importante resultado alcançado com a revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica foi com relação à análise de conformidade na área da saúde. Os autores relatam que a análise de conformidade consiste em comparar o processo real (descoberto a partir dos registros de eventos) com um modelo de referência (protocolos assistências / diretrizes clínicas), sendo então possível detectar, localizar, medir e explicar os desvios entre o processo real e as diretrizes pré-estabelecidas para tal processo. A questão dominante no contexto da conformidade

é se o processo real está em conformidade com o modelo especificado, isto é, se o que está sendo executado e praticado nos mais diversos processos da instituição, está aderente às políticas internas, legislações, normas, diretrizes clínicas, protocolos assistenciais e etc. Por meio da análise de conformidade é possível então medir este nível de aderência, identificar as possíveis falhas de não conformidade e, conseqüentemente, corrigi-las e mitiga-las. Para Webster (2012), a análise de conformidade permite que os desvios relevantes do processo sejam identificados para minimizar o erro médico e maximizar a segurança do paciente, além de sugerir formas de melhorar a eficácia e a eficiência, bem como a satisfação do médico e do paciente.

O Quadro 7 mostra, de forma resumida, os estudos encontrados nos periódicos WoS<sup>TM</sup>, CAPES e PubMed<sup>®</sup>.

QUADRO 7 – PESQUISAS SOBRE MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE

(continua)

Título / Autor / Ano	Quantidade de citações WoS	Quantidade de citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavras-Chave
<i>Process mining in healthcare: a literature review</i> (ROJAS et al., 2016)	1	6	<i>Journal of Biomedical Informatics</i> Volume: 61, Páginas: 224 - 236	Chile	<i>Healthcare, processes, process mining, case studies, literature review</i>
<i>Analyzing PACS usage patterns by means of process mining: steps toward a more detailed workflow analysis in radiology</i> (FORSBERG; ROSIPKO; SUNSHINE, 2016)	0	0	<i>Imaging Informatics in Medicine</i> Volume: 29, Páginas: 47 - 58	Estados Unidos e Suécia	<i>PACS, workflow, chest radiographs, data mining, efficiency, productivity</i>
<i>Declarative process mining in healthcare</i> (ROVANI et al., 2015)	0	1	<i>Expert Systems with Applications</i> Volume: 42, Edição: 23, Páginas: 9236 - 9251	Estônia, Itália e Holanda	<i>Healthcare processes; process mining; declarative modeling languages</i>
<i>Supporting healthcare management decisions via robust clustering of event logs</i> (DELIAS et al., 2015)	0	2	<i>Knowledge-based Systems</i> Volume: 84, Páginas 203 - 213	Grécia	<i>Process mining; clustering; robustness; knowledge discovery; healthcare management</i>
<i>Process mining in healthcare: analysis and modeling of processes in the emergency área</i> (GARCIA et al., 2015)	0	0	<i>IEEE Latin America Transactions</i> Volume: 13, Edição: 5, Páginas: 1612 - 1618	Cuba	<i>Decision making; event logs; health sector; process mining</i>
<i>Understanding variations in pediatric asthma care processes in the emergency department using visual analytics</i> (BASOLE et al., 2015)	2	5	<i>Journal of the American Medical Informatics Association</i> Volume: 22, Edição 2, Páginas: 318 - 323	Estados Unidos	<i>Visual analytics; process mining; asthma; emergency care; pediatric hospital</i>
<i>A systematic methodology for outpatient process analysis based on process mining</i> (CHO; SONG; YOO, 2015)	0	1	<i>International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice</i> Volume: 22, Edição: 4, Páginas: 480 - 493	Coréia do Sul	<i>Process mining; healthcare; outpatient process analysis; case study; business process</i>

Título / Autor / Ano	Quantidade de citações WoS	Quantidade de citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavras-Chave
<i>On mining latent treatment patterns from electronic medical records</i> (HUANG et al., 2015)	3	7	<i>Data Mining and Knowledge Discovery</i> Volume: 29, Páginas: 914 - 949	China	<i>Clinical pathway analysis, probabilistic topic models, latent Dirichlet allocation, pattern discovery, electronic medical records</i>
<i>From IHE audit trails to XES event logs facilitating process mining</i> (PASTER; HELM, 2015)	0	2	<i>Digital Healthcare Empowering Europeans: Proceedings of MIE 2015</i> Volume 210, Páginas: 40 - 44	Áustria	<i>Data mining, standards, process assessment, quality of health care</i>
<i>Using process mining for automatic support of clinical pathways design</i> (FERNANDEZ-LLATAS et al., 2015)	0	5	<i>Data Mining in Clinical Medicine</i> , Volume 1246, Páginas 79 - 88	Espanha	<i>Process mining, clinical pathways, workflows, process standardization</i>
<i>Assessing event correlation in non-process-aware information systems</i> (PEREZ-CASTILLO et al., 2014)	1	15	<i>Software and Systems Modeling</i> Volume: 13, Edição: 3, Páginas: 1117 - 1139	Áustria e Espanha	<i>Business process mining; event correlation; event model; case study</i>
<i>A machine learning approach to improving dynamic decision making</i> (MEYER et al., 2014)	1	2	<i>Information Systems Research</i> Volume: 25, Edição: 2, Páginas: 239 - 263	Estados Unidos	<i>Dynamic decision making; process control; data mining; process mining; machine learning; simulation; healthcare</i>
<i>A process mining-based investigation of adverse events in care processes</i> (CARON et al., 2014)	0	2	<i>Health Information Management Journal</i> Volume: 43, Edição 1, Páginas: 16 - 25	Bélgica, Austrália e Inglaterra	<i>Clinical pathways; medical informatics; quality of healthcare; hospital information systems; information storage and retrieval</i>
<i>Monitoring care processes in the gynecologic oncology department</i> (CARON et al., 2014)	0	4	<i>Computers in Biology and Medicine</i> Volume: 44, Páginas: 88 - 96	Bélgica, Austrália e Inglaterra	<i>Clinical pathways; process mining; health information systems; healthcare quality; medical informatics; care processes</i>



Título / Autor / Ano	Quantidade de citações WoS	Quantidade de citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavras-Chave
<i>Improving structural medical process comparison by exploiting domain knowledge and mined information</i> (MONTANI et al., 2014)	0	5	<i>Artificial Intelligence in Medicine</i> Volume: 62, Páginas: 33 - 45	Itália	<i>Process mining and comparison, graph edit distance, stroke management</i>
<i>Discovery of clinical pathway patterns from event logs using probabilistic topic models</i> (HUANG et al., 2014)	13	22	<i>Journal of Biomedical Informatics</i> Volume: 47, Páginas: 39 - 57	China	<i>Clinical pathway analysis, topic models, latent Dirichlet, allocation, pattern discovery, clinical event log</i>
<i>A process-oriented methodology for evaluating the impact of IT: A proposal and an application in healthcare</i> (MANS et al., 2013)	2	6	<i>Information Systems</i> Volume: 38, Edição 8, Páginas: 1097 - 1115, Edição Especial: SI	Holanda e Suíça	<i>Business process simulation; discrete event simulation; process mining; digital dentistry</i>
<i>Heart cycle: facilitating the deployment of advanced care processes</i> (MENEU et al., 2013)	0	0	<i>35th Annual International Conference of the IEEE EMBS</i> Osaka, Japan, 3 - 7 July	Japão	X
<i>Summarizing clinical pathways from event logs</i> (HUANG et al., 2013)	18	27	<i>Journal of Biomedical Informatics</i> Volume: 46, Páginas: 111 - 127	China	<i>Clinical pathway analysis, clinical pathway summarization, process mining, clinical event log, log segmentation, frequent pattern mining</i>
<i>Discovery of outpatient care process of a tertiary university hospital using process mining</i> (Kim et al., 2013)	0	16	<i>Healthcare Informatics Research</i> Volume:19, Edição: 1, Páginas: 42 -49.	Coréia do Sul	<i>Process mining, hospital information systems, outpatients, workflow analysis</i>
<i>Resource behavior measure and application in business process management</i> (HUANG; LU; DUAN, 2012)	6	14	<i>Expert Systems with Applications</i> Volume: 39, Edição: 7, Páginas: 6458 - 6468	China	<i>Business process management; resource behavior; preference; competence; availability; cooperation</i>
<i>Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining</i> (REBUGE; FERREIRA, 2012)	35	133	<i>Information Systems</i> Volume: 37, Edição: 2, Páginas: 99 - 116, Edição Especial: SI	Portugal	<i>Business process analysis; healthcare processes; process mining; sequence clustering</i>

Título / Autor / Ano	Quantidade de citações WoS	Quantidade de citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavras-Chave
<i>A study of quality and accuracy trade-offs in process mining</i> (HUANG; KUMAR, 2012)	1	6	<i>Inforns Journal on Computing</i> Volume: 24, Edição: 2, Páginas: 311 - 327	Estados Unidos	<i>Process mining; knowledge discovery; quality metric; quality-accuracy trade-off; quality-based algorithm</i>
<i>Projection approaches to process mining using region-based techniques</i> (CARMONA, 2012)	3	12	<i>Data Mining and Knowledge Discovery</i> Volume: 24, Edição: 1, Páginas: 218 - 246	Espanha	<i>Process mining; theory of regions; petri nets</i>
<i>On mining clinical pathway patterns from medical behaviors</i> (HUANG; LU; DUAN, 2012)	28	47	<i>Artificial Intelligence in Medicine</i> Volume: 56, Páginas: 35 - 50	China	<i>Clinical pathway analysis, pattern mining, process mining, clinical workflow log</i>
<i>Mining business process variants: challenges, scenarios, algorithms</i> (LI; REICHERT; WOMBACHER, 2011)	13	84	<i>Data &amp; Knowledge Engineering</i> Volume: 70, Edição: 5, Páginas: 409 - 434, Edição Especial: SI	Holanda e Alemanha	<i>Process mining; process configuration; process change; process variant</i>
<i>Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process mining</i> (PEREZ-CASTILLO et al., 2011)	21	34	<i>Enterprise Information Systems</i> Volume: 5, Edição: 3, Páginas: 301 - 335	Espanha	<i>Process mining; event log; dynamic analysis; modernisation; legacy system</i>
<i>Enhancing business process management with knowledge</i> (SLAVICEK, 2011)	2	11	<i>E &amp; M Ekonomie a management</i> Volume: 14, Edição: 1, Páginas: 123 - 134	República Tcheca	<i>Business process management; knowledge management; business process oriented knowledge management; workflows</i>
<i>Framework, strategy and evaluation of health care processes with RFID</i> (ZHOU; PIRAMUTHU, 2010)	12	33	<i>Decision Support Systems</i> Volume: 50, Edição: 1, Páginas: 222 - 233	EUA e França	<i>RFID; health care</i>
<i>Information and communication technology for process management in healthcare: a contribution to change the culture of blame</i> (QUAGLIN, 2010)	1	7	<i>Journal of Software Maintenance And Evolution-Research and Practice</i> Volume: 22, Edição: 6 -7, Páginas: 435 - 448, Edição especial: SI	Itália	<i>Healthcare process management; clinical practice guidelines; careflow management systems; medical errors; risk management</i>

(conclusão)

Título / Autor / Ano	Quantidade de citações WoS	Quantidade de citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavras-Chave
<i>Process discovery: capturing the invisible</i> (AALST, 2010)	15	46	<i>IEEE Computational Intelligence Magazine</i> Volume: 5, Edição: 1, Páginas: 28 - 41	Holanda	<i>Process models; workflow management; petri nets; identification</i>
<i>Soft reliability: an interdisciplinary approach with a user-system focus</i> (KOCA et al., 2009)	0	21	<i>Quality and Reliability Engineering International</i> Volume: 25, Edição: 1, Páginas: 3 - 20	Holanda	<i>Soft reliability; customer-perceived quality; new product development; information flow analysis; process mining; business process design</i>
<i>Process mining techniques: an application to stroke care</i> (MANS et al., 2008)	36	91	<i>Studies in Health Technology and Informatics</i> Volume: 136, Páginas: 573 - 578	Itália e Holanda	<i>Data analysis-extraction tools, process, event-based systems</i>
<i>Mining process models with non-free-choice constructs</i> (WEN et al., 2007)	52	158	<i>Data Mining and Knowledge Discovery</i> Volume: 15, Edição: 2, Páginas: 145 - 180	China e Holanda	<i>Process mining; implicit dependency; event log; non-free-choice constructs</i>
<i>A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse</i> (YANG; HWANG, 2006)	33	124	<i>Expert Systems with Applications</i> Volume: 31, Edição: 1, Páginas: 56 - 68	Taiwan	<i>Healthcare fraud; healthcare abuse; clinical pathways; classification model; data mining</i>
<i>EMiT: A process mining tool</i> (DONGEN; AALST, 2004)	8	31	<i>Lecture Notes in Computer Science</i> Volume: 3099, Páginas: 454 - 463	Holanda	X

FONTE: A autora (2016).

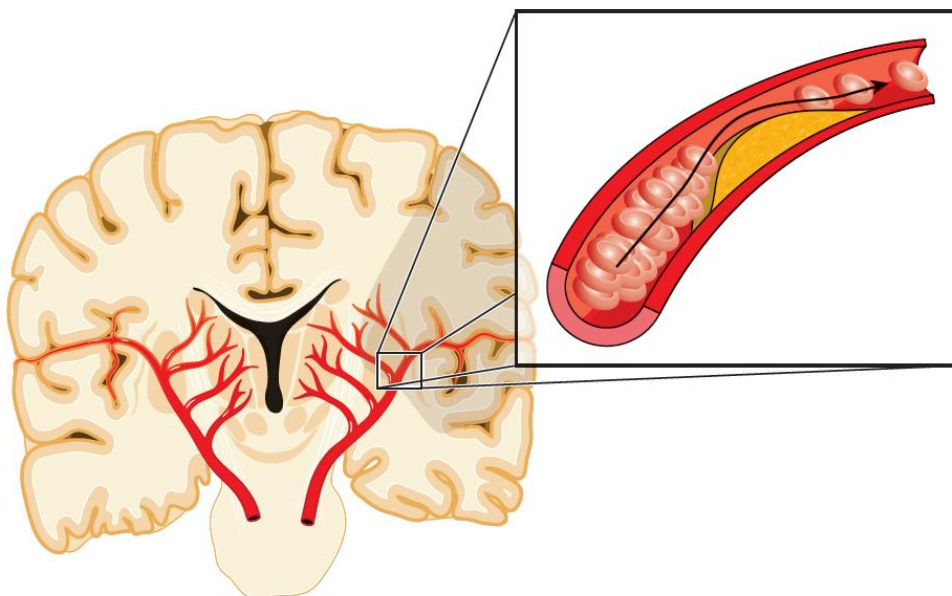
## 2.6 DIRETRIZES CLÍNICAS PARA O TRATAMENTO DE PACIENTES COM AVC

### 2.6.1 O Acidente Vascular Cerebral (AVC)

O acidente vascular cerebral (AVC) é definido pela diminuição ou completa interrupção do aporte sanguíneo cerebral (LIMA et al., 2016). É considerado uma emergência médica, pois a falta ou diminuição de sangue no cérebro pode levar a lesões cerebrais e até mesmo à morte. Diante da suspeita clínica do AVC, sua confirmação por uma equipe médica é necessária. Quanto antes os cuidados forem instituídos, menor a chance de lesão (OLIVEIRA, 2013).

Sua causa pode ser trombótica (tipo isquêmico) ou gerada pelo rompimento de um vaso do encéfalo, acarretando extravasamento de sangue no parênquima cerebral (tipo hemorrágico). Ambos os tipos ocasionam disfunção cerebral, porém os mecanismos de lesão são diferenciados. O primeiro (Figura 6) ocasiona diminuição da perfusão de sangue ao encéfalo, quando um coágulo bloqueia o fluxo sanguíneo para uma área do cérebro. Enquanto, no segundo (Figura 7), a lesão cerebral é oriunda do contato direto das estruturas sanguíneas com as células encefálicas devido ao rompimento de um vaso sanguíneo (LIMA et al., 2016).

FIGURA 6 – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO (AVCI)

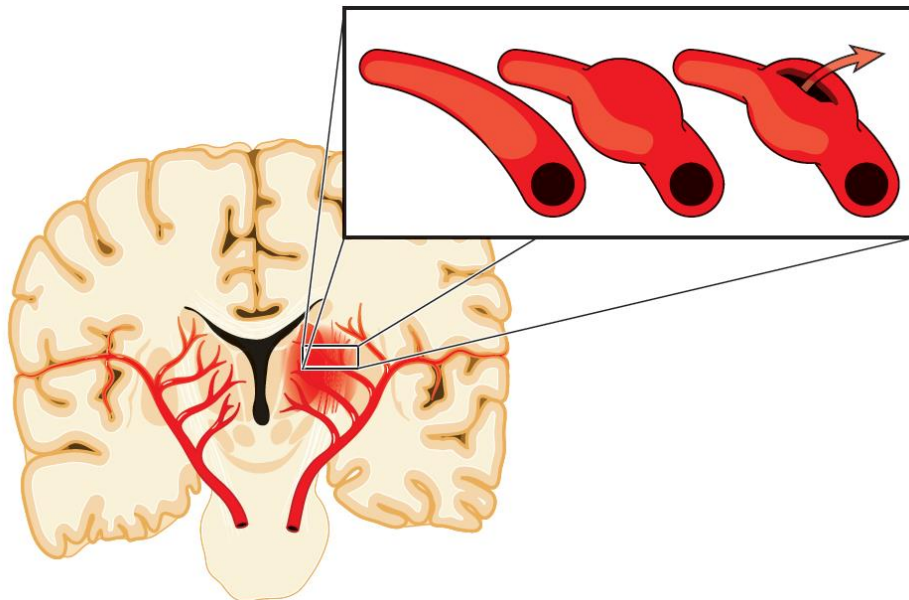


FONTE: OLIVEIRA (2013).

O tipo de AVC mais frequente é o isquêmico (80%), comparando-se ao hemorrágico (15%) (BARBOSA et al., 2009).

Nos dois tipos de AVC, uma vez que o sangue, contendo nutrientes e oxigênio, não chega a determinadas áreas do cérebro, ocorre a perda das funções dos neurônios, causando os sinais e sintomas que dependerão da região do cérebro afetada. O AVC atinge pessoas de todas as idades, sendo raro na infância. Deve ser considerado como um ataque cerebral, pois é a causa mais frequente de morte e incapacidades na população adulta brasileira (OLIVEIRA, 2013).

FIGURA 7 – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL HEMORRÁGICO (AVCH)



FONTE: OLIVEIRA (2013).

De acordo com os estudos da *Global Burden of Disease 2013 - Mortality and Causes of Death*, o Acidente Vascular Cerebral (AVC) ocupa o terceiro lugar no topo de doenças que mais acometem vítimas com óbitos no mundo, perdendo a posição apenas para as doenças cardiovasculares (cardiopatia isquêmica) e infecções do trato respiratório inferior. Nos países desenvolvidos, o AVC é a segunda causa de morte, sendo precedida somente pela cardiopatia isquêmica. Já nos países em desenvolvimento, o AVC é a terceira causa de morte, sendo antecedida pelas infecções no trato respiratório inferior e cardiopatia isquêmica (MURRAY et al., 2015).

A mesma pesquisa relatou que no Brasil, as dez principais causas de morte são: cardiopatia isquêmica, violência, acidente vascular cerebral, lesões na estrada, infecções no trato respiratório inferior, congênita, diabetes, cirrose, complicações do parto pré-maturo e doença pulmonar obstrutiva crônica (MURRAY et al., 2015). Assim, as doenças crônicas não transmissíveis lideram as causas de morte no Brasil, e entre elas o AVC ocupa a terceira posição. Estudos apontam que em cada 100.000 habitantes, 108 sofrem AVC anualmente no Brasil, com taxa de fatalidade aos 30 dias de 18,5% e aos 12 meses de 30,9% (Ministério da Saúde, 2013). O crescimento na ocorrência de AVC no país acompanha uma tendência mundial, onde se observa grande preocupação da Organização Mundial de Saúde (OMS) em ações de conscientização e vigilância em saúde para os fatores de risco da patologia e encaminhamento adequado dos pacientes acometidos às unidades especializadas de atendimento. No Brasil, o conhecimento da população acerca das ações preventivas ainda é inferior ao ideal (Ministério da Saúde, 2013).

O AVC é uma emergência médica, eventualmente cirúrgica, sendo que uma minoria dos pacientes chega às salas de emergência a tempo para as terapias adequadas de forma a minimizar as sequelas. Esses atrasos estão correlacionados a falta de conhecimento dos sinais de AVC nas unidades básicas de saúde (que prestam suporte inicial), subutilização do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) disponível nas principais cidades do Brasil, falta de uma maior divulgação de sintomas e riscos por parte do Ministério da Saúde do Brasil, inadequada preparação de procedimentos de emergência na maioria dos hospitais brasileiros, dentre outros. Porém além do tempo ser crucial para a minimização dos efeitos do AVC, os cuidados durante o tratamento devem ser devidamente criteriosos, usando principalmente as diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012).

#### 2.6.2 Diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes com AVC

As diretrizes clínicas para o tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI) são o resultado de várias reuniões do Comitê Executivo da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV), que representa o Departamento Científico de Doenças Cerebrovasculares da Academia Brasileira de

Neurologia, responsável por opiniões técnicas e projetos educacionais relacionados com as doenças cerebrovasculares (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012).

As diretrizes para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico partes I e II, têm como objetivo orientar especialistas e não especialistas em AVCI nos cuidados no manejo de pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico agudo (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012).

As diretrizes clínicas são classificadas conforme o nível de evidência e grau de recomendação:

a) Níveis de evidência

1. Ensaio clínico controlado randomizado (RCT - *Randomized controlled clinical trial*) ou revisão sistemática de RCT com desfechos clínicos.
2. RCT ou revisão sistemática de qualidade inferior: com substituto, desfechos clínicos validados; com análise de subgrupos ou hipóteses *a posteriori*; com desfechos clínicos, mas com falhas metodológicas.
3. RCT com substituto, estudos de caso controlados com desfechos clínicos não validados.
4. Estudo com desfecho clínico, mas com elevado potencial de viés (como no experimento, sem grupo de comparação e de outros estudos observacionais).
5. Fórum representativo ou opinião de especialistas sem provas das evidências acima mencionadas.

b) Graus de recomendação

- A. Revisão sistemática (homogênea) do RCT; ou RCT único com intervalo de confiança estreito; ou resultados terapêuticos do tipo "tudo ou nada".
- B. Revisão sistemática (homogênea) de estudos de coorte; ou estudo de coorte e RCT de qualidade inferior; ou resultados de pesquisa ou estudo ecológico; ou revisão sistemática (homogênea) de estudos de caso controlados; ou estudos de caso controlados.
- C. Relatos de casos (incluindo coorte ou estudo de caso controlado de qualidade inferior).
- D. Opinião de uma especialista sem avaliação crítica, com base em estudos fisiológicos ou animais.

### 2.6.3 Diretrizes clínicas parte I

Na primeira parte das diretrizes, intitulada “Diretrizes para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – Parte I”, estão contidos alguns temas específicos, tais como, epidemiologia, o acidente vascular cerebral como uma emergência médica, educação, gestão pré-hospitalar, gestão de emergências, neuroimagem e avaliação laboratorial.

O foco dessa pesquisa é no tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica no departamento de emergência, ou seja, na gestão de emergências, neuroimagem e avaliação laboratorial.

#### a) O AVCI no departamento de emergência

Recomendações para o tratamento de pacientes com AVCI no departamento de emergência (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012):

1. O tratamento dirigido para acidente vascular cerebral (acidente vascular cerebral isquêmico, hemorrágico intraparenquimatosa ou hemorrágica subaracnóidea), deve ser iniciado dentro de 60 minutos após a admissão ao serviço hospitalar, observando-se idealmente os tempos apresentados no Quadro 8. (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
2. Aplicar os protocolos escritos integrados e multiprofissionais, para o tratamento de casos suspeitos de AVC. (nível de evidência: 3B, recomendação de grau: B);
3. O tratamento de pacientes com AVC deve ser orientado por um neurologista. (nível de evidência: 2B, grau de recomendação: B);
4. Realizar exames laboratoriais para a exclusão de diagnósticos diferenciais e também para auxílio à decisão terapêutica. (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
5. Realizar exames de neuroimagem para orientar a terapia na fase aguda do acidente vascular cerebral. (tomografia computadorizada - nível de evidência: 1, grau de recomendação: A; ou ressonância magnética - nível de evidência: 2B, grau de recomendação: B);



QUADRO 8 – RECOMENDAÇÕES DOS TEMPOS IDEIAIS PARA TRATAMENTO DO AVC

<b>Recomendações dos tempos ideais para tratamento do AVC no departamento de emergência</b>	
Desde a admissão à avaliação médica	10 minutos
Desde a admissão à tomografia computadorizada do crânio (fim)	25 minutos
Desde a admissão à tomografia computadorizada do crânio (interpretação)	45 minutos
Desde a admissão à infusão do trombolítico (rt-PA)	60 minutos
Disponibilidade de neurologista	15 minutos
Disponibilidade de neurocirurgião	2 horas
Desde a admissão ao monitoramento no leito	3 horas

FONTE: Adaptado de OLIVEIRA-FILHO et al. (2012)

6. Realizar monitoramento cardiovascular não invasivo (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
7. Avaliar a saturação de oxigênio no sangue em pacientes com AVC agudo, se possível, com oximetria de pulso. (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
8. A suplementação de oxigênio só deve ser realizada para manter a saturação de oxigênio a níveis iguais ou superiores a 95% (nível de evidência: 2B, grau de recomendação: B);
9. A indicação de suporte ventilatório e proteção das vias aéreas devem ser cuidadosamente avaliadas, especialmente em pacientes com o nível de consciência reduzido e sintomas neurológicos sugestivos de AVCI do tronco encefálico. (nível de evidência 5, grau de recomendação: D);
10. O paciente com acidente vascular cerebral agudo deve ser adequadamente hidratado com solução salina isotônica (por exemplo, solução salina 0,9%). O volume administrado por via intravenosa (cerca de 100 ml/hora) deve ser considerado individualmente, com base na hidratação da linha de base e possíveis comorbidades que limitam o fornecimento de água. (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C);

11. Avaliar o possível diagnóstico de diabetes mellitus em pacientes com hiperglicemia no AVC agudo, mesmo que previamente saudável, através do exame de hemoglobina glicosilada. (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C);
12. Prevenir e tratar causas adicionais de hiperglicemia (por exemplo, corticosteróides e infecção). (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
13. Usar insulina para corrigir a hiperglicemia, visando manter a glicemia entre 80 e 140 mg/dl. (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
14. Corrigir prontamente a hipoglicemia (glicemia inferior a 70 mg/dl). (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
15. Não reduzir a pressão arterial no AVCI agudo, exceto quando os níveis são extremamente elevados (Pressão arterial sistólica > 220 mmHg ou Pressão arterial diastólica > 120 mmHg). Nestes casos, a redução não deve exceder 15% dos valores iniciais da pressão arterial nas primeiras 24 horas. (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
16. Usar medicação anti-hipertensiva em pacientes com indicação para o tratamento trombolítico, mas com pressão arterial  $\geq 185 \times 110$  mmHg antes do início do tratamento. (nível de evidência 1; grau de recomendação: A);
17. Utilizar medicamentos anti-hipertensivos em pacientes com AVC agudo que, mesmo com elevações moderadas de pressão arterial, apresentam outras indicações médicas para tratamento urgente (emergências hipertensivas), tais como insuficiência cardíaca, dissecção da aorta, enfarte agudo do miocárdio e insuficiência renal aguda. (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
18. Não reduzir abruptamente a pressão arterial em AVC agudo. Por esta razão, o uso de nifedipina é contra indicado. (nível de evidência: 4; grau de recomendação: C);
19. A pressão arterial deve ser mantida acima de uma pressão arterial média de 90 mmHg. Isto deve ser feito através da administração de fluidos isotônicos, como solução salina, e, quando necessário, expansores de volume e drogas vaso ativas. Alguns fármacos são utilizados para este fim, tais como norepinefrina, dopamina e fenilefrina. Devido à ausência de efeito inotrópico e cronotrópico (ação  $\beta$ -adrenérgica), reduzindo assim o risco de complicações

- cardíacas, a fenilefrina pode ser uma opção preferível em pacientes com doença cardíaca prévia. (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
20. Manter a temperatura axilar abaixo de 37,5 °C. Se necessário, medicamentos antipiréticos devem ser usados, como acetaminofeno e dipirona. (nível de evidência 5, grau de recomendação: D);
21. Em casos de hipertermia, investigar as causas infecciosas. A febre de origem central deve ser sempre um diagnóstico de exclusão. (nível de evidência 5; grau de recomendação: D).

#### b) Imagens no AVCI agudo

Recomendações para o uso de imagens em pacientes com AVCI (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012):

1. Para os pacientes com acidente vascular cerebral agudo, recomenda-se urgente tomografia computadorizada da cabeça sem contraste (nível de evidência: 1A, grau de recomendação: A) ou, alternativamente, uma ressonância magnética craniana com inclusão de sequências de eco de difusão e gradiente. (nível de evidência: 1B, grau de recomendação: A);
2. Imagens do cérebro devem ser interpretadas por um médico com treinamento validado em tomografia do crânio ou ressonância magnética. (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
3. O uso de neuroimagem multimodal pode ser útil para a seleção de pacientes para a terapia trombolítica com início dos sintomas com tempo indeterminado ou além de 4 horas e 30 minutos. (nível de evidência: 3, grau de recomendação: C).

#### c) Investigação laboratorial

Recomendações investigação laboratorial em pacientes com AVCI (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012):

1. Raio-x do tórax: realizar rotineiramente, mesmo sem evidência de doença cardíaca ou pulmonar;

2. Glicose: a importância reside em diferenciar o acidente vascular cerebral da hipoglicemia, que pode imitá-lo. Valores hiperglicêmicos também são importantes, pois podem indicar prognóstico desfavorável;
3. Exames laboratoriais em emergência devem ser rapidamente disponíveis e não podem ser a razão para atrasar o uso de trombolíticos (consenso de especialistas). Assim, é bem estabelecida a exigência, no momento da admissão, de exames, como hemograma completo, glicemia e hemoglobina glicolizada (em casos de hiperglicemia), creatinina, uréia, eletrólitos, gasometria arterial e coagulação, bem como eletrocardiograma e enzimas cardíacas, devido à comorbidade comum de infarto agudo do miocárdio. (nível de evidência: 5; grau de recomendação: D);
4. Exames a serem solicitados na fase sub-aguda: perfil lipídico, sorologia para a doença sífilis e Chagas e, em pacientes jovens, além das já mencionadas, avaliação de doenças auto-imunes, artrite, níveis de homocisteína, pesquisa AVM (*arteriovenous malformation* – defeito do sistema circulatório), coagulopatia e perfil genético para trombofilia. (nível de evidência: 5, grau de recomendação: D);
5. Exame de CSF (*cerebrospinal fluid analysis* – exame realizado para diagnóstico de uma variedade de doenças e condições que afetam o sistema nervoso central) só é recomendado quando há forte evidência de hemorragia subaracnóide sem sangue evidente na tomografia computadorizada, ou quando a investigação clínica sugere infecção como a causa do déficit.
6. Eletroencefalograma é indicado quando a convulsão é a causa possível para o déficit ou quando há uma complicação do acidente vascular cerebral. Pode ser um diagnóstico diferencial do AVC e pode alterar a indicação do tratamento.
7. Há indicação de eletrocardiograma, ecocardiografia transtorácica, monitorização de Holter e enzimas cardíacas para os casos de arritmias cardíacas com suspeita de acidente vascular cerebral embólico, por fibrilação atrial, infarto agudo do miocárdio com disfunção ventricular, falência valvar valvular ou por doença de coração dilatado, como na doença de Chagas.

#### 2.6.4 Diretrizes clínicas parte II

Na segunda parte das diretrizes, intitulada “Diretrizes para o tratamento do acidente vascular cerebral isquêmico – Parte II: tratamento do acidente vascular”, estão contidos os tópicos de antiagregantes, plaquetários, anticoagulantes e terapia de reperfusão.

##### a) Trombólise intravenosa

O uso do ativador do plasminogênio tecidual (rt-pa), quando administrado ao paciente nas primeiras 4 horas 30 minutos, por via intravenosa, demonstrou diminuição na incapacidade funcional no grupo que utilizou a droga em relação ao placebo, sendo, no momento, um dos principais tratamentos específicos recomendados para o tratamento na fase aguda do AVCI (nível de evidência 1A) (MARTINS et al., 2012).

As recomendações para o tratamento de pacientes com AVCI por trombólise intravenosa são listadas a seguir (MARTINS et al., 2012):

1. O rt-PA (trombolítico) intravenoso é recomendado dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVC isquêmico (nível de evidência: 1, grau de recomendação: A);
2. A estreptoquinase não é recomendada para o tratamento do AVC (nível de evidência: 1, grau de recomendação: A);
3. Seguir rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão para o tratamento trombolítico (nível de evidência: 3, grau de recomendação: C);
4. O uso de neuroimagem multimodal pode ser útil para seleção de pacientes para terapia trombolítica com início dos sintomas com tempo indeterminado ou além das 4 horas e 30 minutos (nível de evidência: 3, grau de recomendação: C);
5. A telemedicina pode ser utilizada para orientação da trombólise em centros sem especialista (nível de evidência: 3, grau de recomendação: B);
6. A trombólise deve ser realizada em leito monitorado na sala de emergência ou, preferencialmente, em unidades de AVC (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C).

Para maior segurança, a aplicação do rt-PA deve respeitar os critérios de **inclusão** listados a seguir (MARTINS et al., 2012):

- a. AVCI em qualquer território encefálico;
- b. Possibilidade de se iniciar a infusão do rt-PA dentro de 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas (para isso, o horário do início dos sintomas deve ser precisamente estabelecido. Caso os sintomas forem observados ao acordar, deve-se considerar o último horário no qual o paciente foi observado normal);
- c. Tomografia computadorizada do crânio ou ressonância magnética sem evidência de hemorragia;
- d. Idade superior a 18 anos.

Também para maior segurança, a aplicação do rt-PA deve respeitar os seguintes critérios de **exclusão** (MARTINS et al., 2012):

- a. Uso de anticoagulantes orais com tempo de pró-trombina (TP) > 15 segundos (Relação Normalizada Internacional – RNI > 1,7);
- b. Uso de heparina nas últimas 48 horas com TTPa (Tempo de Ativação Parcial da Tromboplastina) elevado;
- c. AVCI ou traumatismo crânio-encefálico grave nos últimos 3 meses;
- d. História pregressa de alguma forma de hemorragia intracraniana ou de malformação vascular cerebral;
- e. Tomografia computadorizada do crânio com hipodensidade precoce igual ou maior do que um terço do território da artéria cerebral média;
- f. Pressão arterial sistólica  $\geq 185$  mmHg ou pressão arterial diastólica  $\geq 110$  mmHg (em 3 ocasiões, com 10 minutos de intervalo) refratária ao tratamento antihipertensivo;
- g. Melhora rápida e completa dos sinais e sintomas no período anterior ao início da trombólise;
- h. Déficits neurológicos leves (sem repercussão funcional significativa);
- i. Cirurgia de grande porte ou procedimento invasivo dentro das últimas 2 semanas;
- j. Hemorragia geniturinária ou gastrointestinal (nas últimas 3 semanas), ou história de varizes esofagianas;
- k. Punção arterial em local não compressível na última semana;

- l. Coagulopatia com TP prolongado (RNI > 1,7), TTPa elevado, ou plaquetas <100.000/mm<sup>3</sup>;
- m. Glicemia < 50 mg/dl com reversão dos sintomas após a correção;
- n. Evidência de endocardite ou êmbolo séptico, gravidez;
- o. Infarto do miocárdio recente (3 meses);
- p. Suspeita clínica de hemorragia subaracnóide ou dissecção aguda de aorta.

Não são considerados critérios absolutos de exclusão, caso o neurologista responsável pelo tratamento trombolítico esteja convicto de que não estão relacionados ao déficit neurológico agudo: glicemia > 400 mg/dl, crise epiléptica no início do déficit neurológico e diagnóstico de aneurisma cerebral (Nível de evidência 4C). Determinados fatores interferem no risco/benefício da terapia trombolítica, não sendo, contudo, contra-indicação de seu uso:

- NIHSS (*National Institute of Health Stroke Scale*) > 22;
- Idade > 80 anos;
- Hiperglicemia.

#### b) Trombólise intra-arterial

A abordagem intra-arterial como terapia de reperfusão na fase aguda do acidente vascular cerebral é uma alternativa à trombólise endovenosa que pode trazer vantagens, como a maior concentração do trombolítico no trombo oclusivo, maior taxa de recanalização e possibilidade de utilização em pacientes com contra-indicação para trombólise química intravenosa. Por outro lado, o benefício clínico pode ser compensado pelo maior intervalo de tempo para o início do procedimento intra-arterial. Atualmente os pacientes selecionados para a terapia intra-arterial, são aqueles que apresentam algum critério de exclusão para o tratamento intravenoso. Como exemplos, pode-se considerar os pacientes com janela de oportunidade entre 4 horas e 30 minutos e 6 horas, déficit neurológico grave, cirurgia de grande porte recente e oclusão das grandes artérias extra ou intracranianas evidenciada nos exames de imagem. Os critérios de exclusão tomográficos para terapia trombolítica intravenosa, entretanto, são idênticos aos usados para terapia intraarterial (MARTINS et al., 2012).

As recomendações para o tratamento de pacientes com AVCI por trombólise intra-arterial são definidas a seguir (MARTINS et al., 2012):

1. A terapia trombolítica intra-arterial é uma opção de tratamento para pacientes selecionados com AVCI com tempo inferior a 6 horas de duração, decorrente de oclusão da artéria cerebral média, carótida ou basilar (nível de evidência: 2, grau de recomendação: B) e a droga utilizada, por extrapolação dos estudos de trombólise endovenosa, é o rt-PA (nível de evidência: 4);
2. O tratamento requer que o paciente esteja em um centro capacitado, com intervencionistas experientes em tratamento cerebrovascular e que possibilite um rápido acesso ao laboratório de hemodinâmica (nível de evidência: 1, grau de recomendação: C);
3. A terapia trombolítica intra-arterial pode ser considerada em pacientes que apresentam contra-indicações para o uso de trombolítico intravenoso (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C);
4. A terapia trombolítica intravenosa, em casos elegíveis, não deve ser preterida em relação à terapia trombolítica intra-arterial (nível de evidência: 3, grau de recomendação: C);
5. A terapia trombolítica intra-arterial é recomendada na oclusão aguda da artéria basilar em pacientes selecionados (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C).

#### c) Trombólise combinada (intravenosa e intra-arterial)

O racional da trombólise combinada é associar as vantagens de cada abordagem: a facilidade e rapidez de administrar trombolíticos por via intravenosa com as maiores taxas de recanalização e potencialmente melhor prognóstico da trombólise intra-arterial (MARTINS et al., 2012).

As recomendações para o tratamento de pacientes com AVCI por trombólise combinada (intravenosa e intra-arterial) são (MARTINS et al., 2012):

1. O uso da trombólise combinada não apresenta nível de evidência suficiente para ser recomendado como primeira linha (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C);



2. Pacientes submetidos à trombólise combinada preferencialmente devem ser estudados em ensaios clínicos controlados (nível de evidência: 5);
3. Em casos individuais com alto risco de sequelas permanentes e oclusão arterial persistente, a trombólise combinada pode ser oferecida a pacientes mediante consentimento informado (nível de evidência: 4, grau de recomendação: C).

d) Trombólise mecânica (trombectomia)

Inúmeras intervenções endovasculares estão em fase de estudos para o tratamento das oclusões extracranianas e oclusão de grandes vasos intracranianos. As opções incluem angioplastia de emergência e *stent*, a fragmentação mecânica do trombo, remoção deste através de novos dispositivos, trombectomia por sucção e trombectomia com *stent* auto-expansível. Em alguns casos o procedimento é combinado com a infusão intravenosa ou intra-arterial de trombolítico (MARTINS et al., 2012).

As recomendações para o tratamento de pacientes com AVCI por trombólise mecânica (trombectomia) são descritas a seguir (MARTINS et al., 2012):

1. Embora o dispositivo MERCI (recanalização arterial obtida através de um dispositivo que remove o trombo da luz das artérias ocluídas) seja uma intervenção aceitável para remoção de um trombo intra-arterial em pacientes cuidadosamente selecionados, a sua utilidade em melhorar o prognóstico dos pacientes após AVC é incerta (nível de evidência II, grau de recomendação: B). Esse dispositivo deve ser avaliado em novos estudos clínicos para que o seu papel na fase emergencial do AVC seja melhor definido;
2. Outros dispositivos disponíveis no Brasil podem ser utilizados para trombectomia com o objetivo de reperfusão no AVCI agudo em pacientes com oclusão de grandes vasos até 8 horas do início dos sintomas e que forem inelegíveis para trombólise intravenosa ou naqueles em que a trombólise intravenosa falhou. (nível de evidência: 2, grau de recomendação: B).

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são descritos os procedimentos metodológicos que norteiam este trabalho. Primeiramente, é apresentada a caracterização dessa dissertação quanto à natureza (aplicada ou básica), o objetivo (exploratória, descritiva ou explicativa), forma de abordagem do problema (qualitativa e quantitativa), e o procedimento técnico (documental, bibliográfica, experimental, operacional, estudo de caso, pesquisa-ação, participante e ex-post-facto) utilizado. E na sequência, é descrito o protocolo de pesquisa com as etapas sugeridas para que o objetivo geral desse trabalho fosse alcançado.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A natureza dessa dissertação é aplicada, pois, com base na definição de Prodanov e Freitas (2013), esse estudo objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Essa pesquisa será aplicada nos processos de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José (HMSJ), localizado na cidade de Joinville – Santa Catarina, com o propósito de identificar e avaliar os desvios nos processos de negócio no departamento de AVC.

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, essa pesquisa é considerada quantitativa, pois as informações e opiniões são quantificadas para classificação, e a análise utiliza recursos e técnicas estatísticas (PRODANOV; FREITAS, 2013). A análise dos dados é realizada com o auxílio dos *softwares* ProM e Disco, ferramentas de mineração de processos.

Baseado na classificação de Gil (2010), esta pesquisa caracteriza-se quanto ao seu objetivo, como exploratória, pois percorre temas onde não se encontram trabalhos correlatos com facilidade, conforme apresentado na revisão sistemática da literatura e no estudo bibliométrico. E assim, a necessidade em dar maior familiaridade ao problema, tornando-o explícito.

Quanto ao procedimento técnico, esta pesquisa envolve o uso mineração de processos na área da saúde, de maneira que se permita descrever o funcionamento

dos processos, sendo classificada como uma pesquisa empírica quantitativa. Para realizar esse estudo empírico quantitativo, foi preciso fazer uma pesquisa bibliográfica a partir de materiais já publicados, constituídos principalmente de livros, artigos, dissertações, teses e materiais disponibilizados na Internet, e também uma pesquisa documental fundamentada em materiais que não receberam tratamento analítico, tais como, normas, regulamentos, legislações, procedimentos, instruções de trabalho, resoluções e etc.

O Quadro 9, apresenta de forma resumida a caracterização dessa pesquisa, quanto a natureza, forma de abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

QUADRO 9 – CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Natureza	Forma de Abordagem	Objetivos	Procedimentos Técnicos
Aplicada	Quantitativa	Exploratória	Pesquisa Empírica Quantitativa

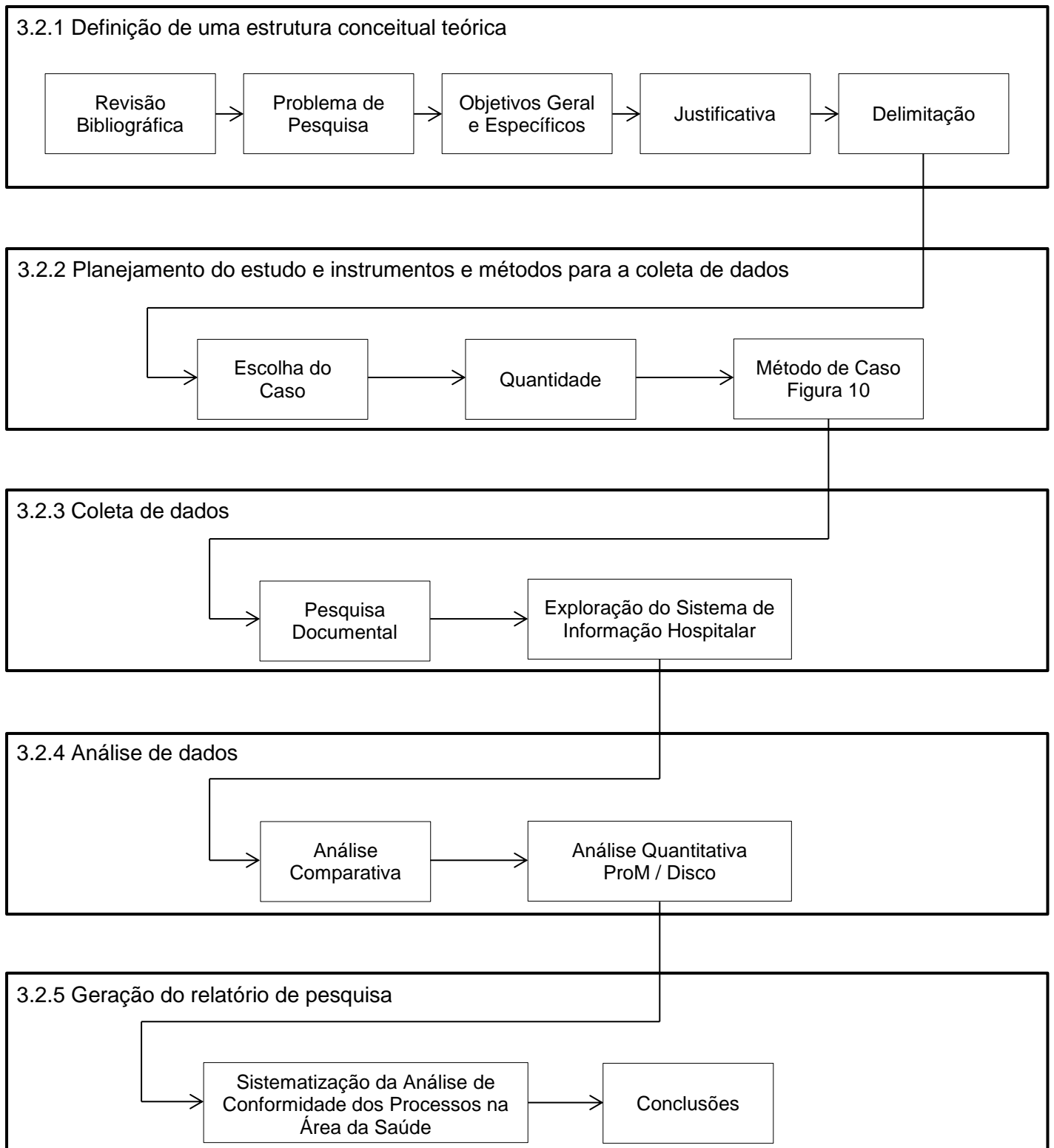
FONTE: A autora (2016).

### 3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA

Tendo em vista o objetivo geral, foi elaborado um protocolo de pesquisa para a condução dessa dissertação. O mesmo apresenta sequencialmente as etapas bem como os métodos adotados (Figura 8). Tal protocolo, contendo os tópicos: definição de uma estrutura conceitual teórica (revisão bibliográfica, problema de pesquisa, objetivos geral e específicos, justificativa, delimitação), planejamento do estudo empírico quantitativo e instrumentos e métodos para a coleta de dados (escolha do caso, quantidade, método de caso), coleta de dados (pesquisa documental e exploração do sistema de informação hospitalar), análise de dados (análise comparativa e análise quantitativa) e geração do relatório de pesquisa (sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde, conclusões), serviu como base para a escrita dessa dissertação.

A fim de facilitar a compreensão, algumas etapas foram desdobradas em passos. Deste modo, as próximas seções se dedicam a apresentar detalhadamente cada uma das cinco etapas do protocolo de pesquisa e seus respectivos passos.

FIGURA 8 – PROTOCOLO DE PESQUISA



FONTE: A autora (2016).

### 3.2.1 Definição de uma estrutura conceitual teórica

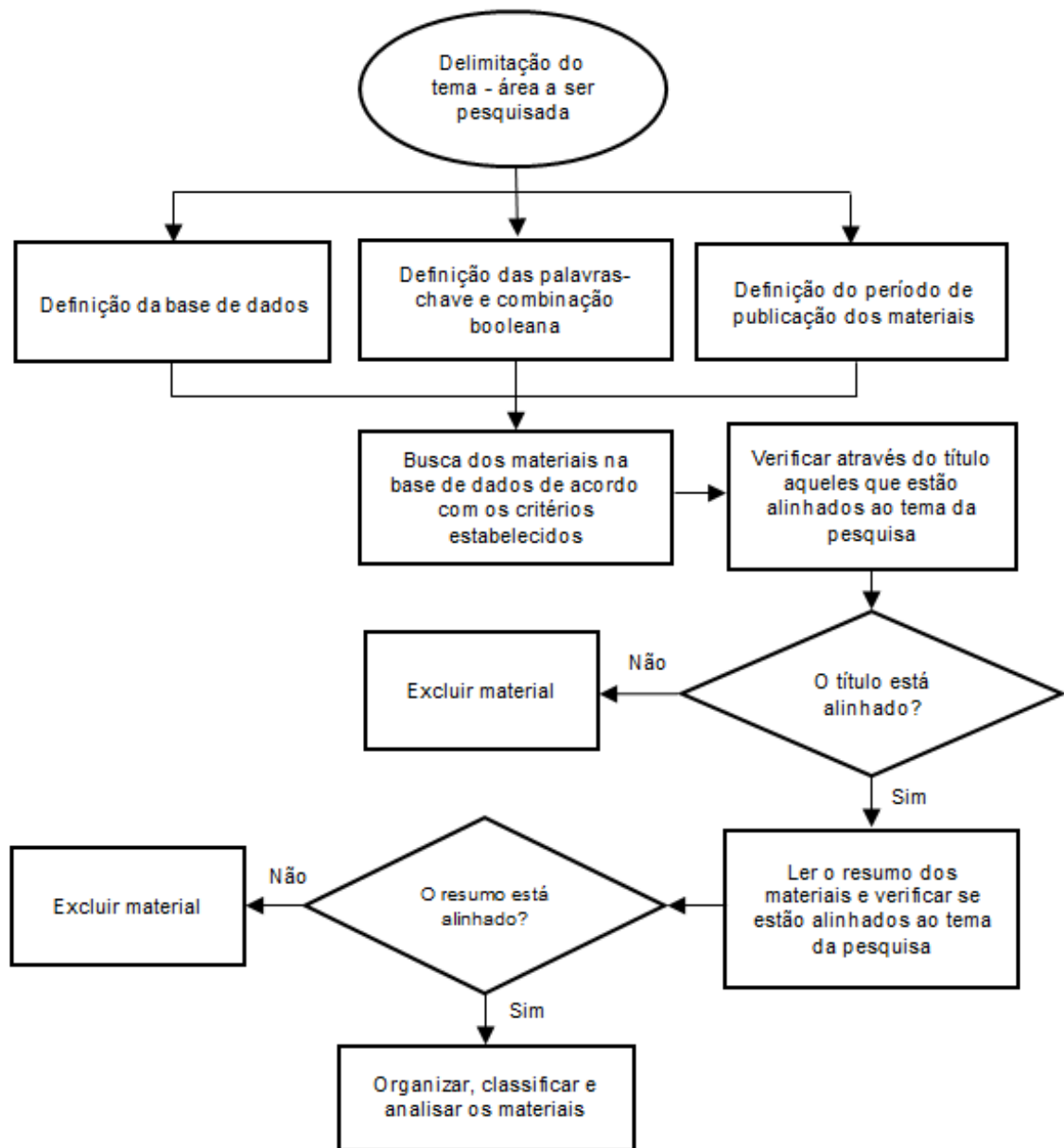
Deve-se primeiramente definir um referencial conceitual teórico para o trabalho, de forma a fazer um mapeamento da literatura sobre o assunto. Este mapeamento localiza o tópico de pesquisa no contexto da literatura disponível sobre o tema (CROOM, 2005). O mapa indica a abrangência da literatura demonstrando como o tópico em estudo é influenciado pelas fontes bibliográficas existentes. A partir da busca e organização bibliográfica é possível identificar lacunas onde a pesquisa pode ser justificada (MIGUEL et al. 2012).

Nesta pesquisa, para a definição de uma estrutura conceitual teórica, foi realizada uma revisão sistemática da literatura e uma análise bibliométrica sobre mineração de processos na área da saúde. A metodologia usada para fazer esse estudo, é apresentada nas subseções a seguir.

#### a) Metodologia para revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica

Para a definição de uma estrutura conceitual teórica foi realizado um levantamento bibliográfico sobre mineração de processos na área da saúde e um estudo bibliométrico. As etapas do desenvolvimento foram adaptadas do método proposto por Gohr et al. (2013) e estão demonstradas na Figura 9.

FIGURA 9 – METODOLOGIA PARA O ESTUDO BIBLIOMÉTRICO



FONTE: Adaptado de GOHR et al. (2013).

#### b) Definição da amostra

Para a definição da amostra dos trabalhos publicados sobre mineração de processos na área da saúde, primeiramente foram eleitos os bancos de dados, selecionou-se as palavras-chaves, estabeleceu-se a combinação booleana, o

período de publicação e determinou-se que apenas os artigos científicos seriam analisados.

Os bancos de dados escolhidos foram: Web of Science™, CAPES e PubMed®. A escolha das palavras-chave foi feita com base no tema proposto. Foi feita uma busca avançada por Tópico (TS) com os termos em inglês “*health care*” OR “*healthcare*” e incluiu-se o termo “*process mining*” através do operador booleano AND, resultando em 73 artigos científicos.

### c) Classificação

As pesquisas nos repositório da WoS™, CAPES e PubMed® compôs uma amostra inicial de 73 estudos. Através da leitura dos títulos e resumos constataram-se pesquisas que não envolviam diretamente o tema proposto.

A pesquisa manteve todos os autores, editores, todos os anos de publicação, todas as agências financiadoras, todos os idiomas e todos os países e territórios. Sendo assim, a amostra final da pesquisa ficou em 36 artigos científicos.

### d) Sistematização bibliométrica

A análise bibliométrica dos materiais encontrados foi realizada através de uma estatística descritiva. Para a organização, leitura, tratamento estatístico e ilustração dos resultados da amostra utilizou-se o *software* Microsoft Excel®. A verificação do número de citações em cada trabalho foi realizada pelo Google Acadêmico® e WoS™.

Dessa forma, à primeira etapa do estudo: definição de uma estrutura conceitual teórica, contempla a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2, e é composta também pela formulação do problema de pesquisa, dos objetivos geral e específicos, justificativa e delimitação da pesquisa, os quais foram apresentados detalhadamente no Capítulo 1.

### 3.2.2 Planejamento do estudo empírico quantitativo e instrumentos e métodos para a coleta de dados

Uma das primeiras tarefas no planejamento de um estudo empírico quantitativo é a escolha do caso. Num segundo momento, deve ser determinada a quantidade de casos, e por fim tomar uma decisão crítica do método de caso que possibilita a aplicação do estudo empírico quantitativo na organização escolhida.

#### a) Escolha do caso

A escolha do ambiente de estudo se deu, principalmente, pela facilidade de acesso às informações necessárias ao bom desempenho da pesquisa. O hospital escolhido (Hospital Municipal São José – Joinville, Santa Catarina) é adequado aos objetivos da investigação em função de suas características particulares, tais como, existência de processos de atendimentos clínicos e emergenciais, cirurgias e tratamentos, sistema de informação hospitalar implantado, representar 73% dos cases da base de dados e por ter todos os dados completos na base de dados.

Além disso, a área de influência do Hospital Municipal São José atinge uma população de mais de um milhão de habitantes, compreendendo Joinville, todo o norte catarinense e outras cidades vizinhas. É um hospital de referência em urgência e emergência, tratamento intensivo, neurocirurgia, oncologia, ortopedia e traumatologia. É o único hospital da cidade que dispõe de pronto socorro equipado para qualquer tipo de emergência e também o único que possui uma Unidade de Tratamento de Pacientes com AVC.

O Hospital Municipal São José é também a unidade hospitalar que mais atende pacientes do SUS em Santa Catarina.

#### b) Quantidade

Com relação à quantidade de casos, cujo objetivo é determinar os limites da coleta e da análise de dados, definiu-se que seriam avaliados os processos de atendimento e tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral Isquêmico, elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital



Municipal São José, localizado na cidade de Joinville – Santa Catarina. Essa instituição trata anualmente aproximadamente 500 pacientes com suspeita de AVC.

Entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, foram registrados 2.444 casos de pacientes internados no HMSJ com suspeita de AVC. Desse total, 208 casos eram referentes ao atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica com *endpoints* (pontos das extremidades): início dos sintomas como evento inicial e óbito ou alta como evento final.

O período Janeiro de 2012 à Outubro de 2016 foi escolhido, pois a partir do início de 2012 o HMSJ começou a registrar os dados temporais (*timestamp*) da tomografia computadorizada do crânio. Informação essa extremamente importante para avaliar a conformidade dos processos de tratamento de pacientes com AVCI.

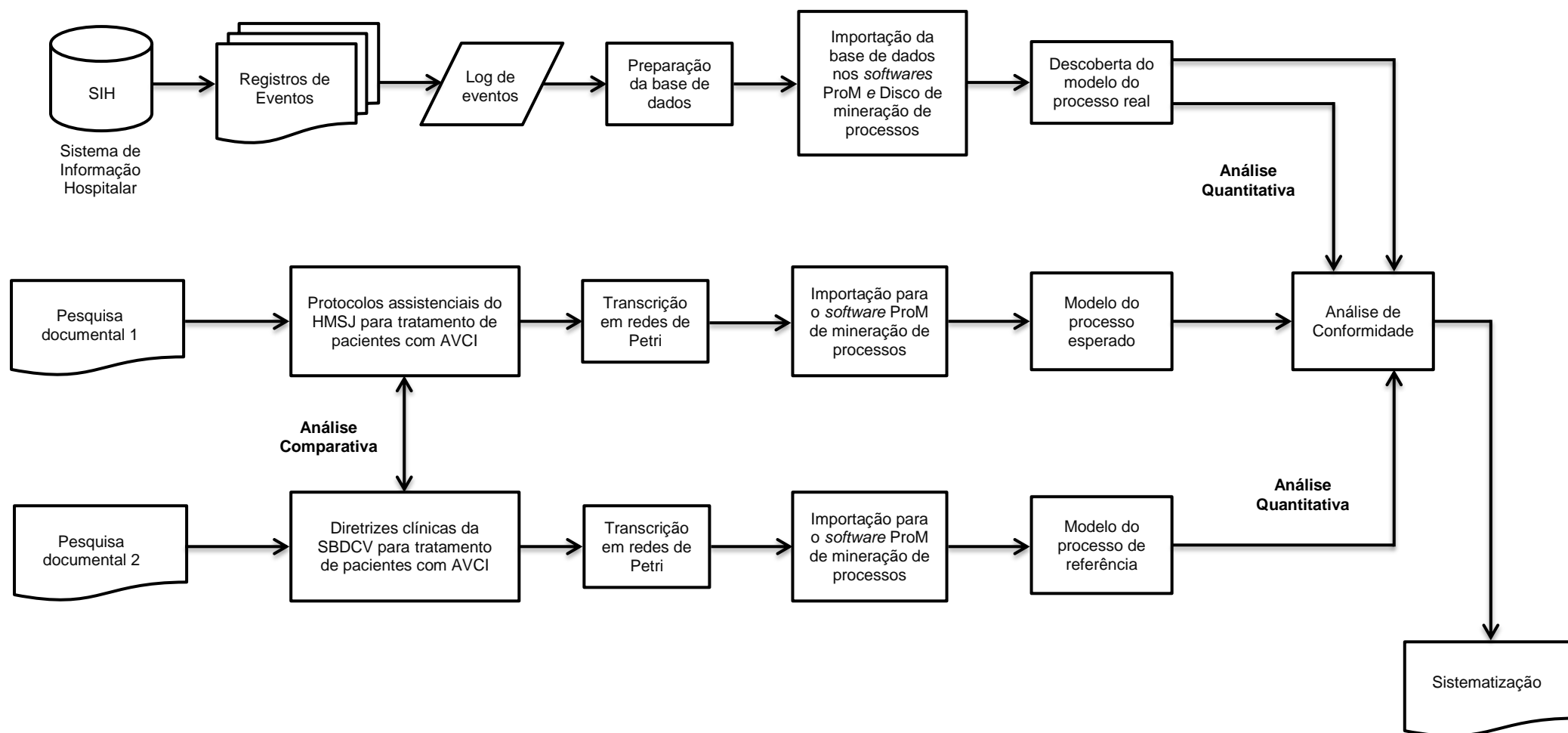
Os *endpoints* (pontos das extremidades): início dos sintomas como evento inicial e óbito ou alta como evento final, foram necessários para que apenas os processos completos fossem analisados.

### c) Método de caso

No método de caso, os seguintes passos para análise dos processos de tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral Isquêmico, elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José, foram seguidas (Figura 10):

- Sistema de informação hospitalar: os sistemas de informação hospitalar (SIH) registram as atividades realizadas durante a execução do processo de tratamento de pacientes com AVCI, em um *log* de eventos. O *log* de eventos contém informações sobre as atividades (eventos), casos (instâncias de processo), tempo (*timestamps*) e indicações sobre os atores envolvidos (recursos). Tendo o *log* de eventos, foi preciso preparar a base de dados para a aplicação das técnicas de mineração de processos. Com a base preparada, foi possível importá-la para os *softwares* ProM e Disco de mineração de processos. Com as ferramentas ProM e Disco, técnicas de mineração de processos envolvendo o minerador heurístico (ProM) e fuzzy (Disco), foram usadas para a descoberta do modelo do processo real;

FIGURA 10 – MÉTODO DE CASO



FONTE: A autora (2016).

- Pesquisa documental 1: nessa fase foi feito um estudo minucioso dos protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José, para tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica. Em seguida os protocolos foram transcritos em redes de Petri por meio do *software* WoPed. As redes de Petri foram importadas no *software* ProM para as análises de conformidade;
- Pesquisa documental 2: nessa etapa também foi feito um estudo metódico das Diretrizes Clínicas da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV) para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – Partes I e II. Em seguida as diretrizes clínicas também foram transcritas em redes de Petri por meio do *software* WoPed. As redes de Petri foram importadas no *software* ProM para as análises de conformidade;
- Descoberta dos modelos de processo: o modelo do processo real foi descoberto através das técnicas de mineração de processos envolvendo o minerador heurístico (ProM) e fuzzy (Disco). Já os modelos dos processos esperado e de referência foram obtidos pela transcrição em redes de Petri dos protocolos assistenciais do HMSJ e das diretrizes clínicas da SBDCV, respectivamente, com posterior importação para o *software* ProM de mineração de processos;
- Análise de conformidade: o modelo do processo esperado (protocolos assistenciais) e o modelo do processo de referência (diretrizes clínicas) foram estudados, analisados e confrontados. Em seguida pontos específicos do modelo do processo esperado e do modelo do processo de referência, foram comparados ao modelo do processo real (*log* de eventos) por meio do algoritmo de conformidade *LTL-Checker* e também pelo *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*. Enfim, através da métrica *fitness* de análise de conformidade, disponível no *software* quantitativo ProM, foram confrontados os modelos do processo esperado e de referência com o modelo do processo real;
- Sistematização: uma sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde foi proposta, com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores.

### 3.2.3 Coleta de dados

Nessa pesquisa as coletas de dados foram realizadas por análise documental e exploração dos registros de eventos do sistema de informação hospitalar do Hospital Municipal São José.

#### a) Pesquisa documental

A pesquisa documental foi realizada pelo estudo dos protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José e também pelo estudo das diretrizes clínicas para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – Parte I e II da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares.

Os protocolos assistenciais são desenvolvidos com base nas evidências científicas da literatura e na experiência do corpo clínico e adaptados aos recursos locais disponíveis. Estas recomendações buscam fornecer um fluxo padronizado para o manejo do paciente com determinada condição clínica e são elaborados por equipes multidisciplinares. Os protocolos assistenciais têm como objetivo: estabelecer um padrão assistencial baseado nas melhores práticas clínicas; otimizar os recursos assistenciais disponíveis; circunscrever a variabilidade das práticas clínicas; mensurar os resultados obtidos junto aos pacientes a partir das condutas assistenciais; e utilizar os protocolos assistenciais como ferramenta de melhoria da qualidade assistencial.

As diretrizes clínicas para o tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI) são o resultado de várias reuniões do Comitê Executivo da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV), que representa o Departamento Científico de Doenças Cerebrovasculares da Academia Brasileira de Neurologia, responsável por opiniões técnicas e projetos educacionais relacionados com as doenças cerebrovasculares (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012).

As diretrizes para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico partes I e II, têm como objetivo orientar especialistas e não especialistas em AVCI nos cuidados no manejo de pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico agudo (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012).

## b) Exploração do sistema de informação hospitalar

Nessa fase foi feito um estudo da base de dados e a preparação da base para importação nos *softwares* de mineração de processos ProM e Disco. Nos *softwares* foi realizada a inspeção da base de dados e aplicação das técnicas de mineração de processos para decoberta e conformidade dos processos de negócio.

### 3.2.4 Análise de dados

Na análise de dados as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais foram confrontados e os modelos dos processos esperado e de referência foram construídos. Em seguida, os algoritmos *LTL-Checker* e *Performance Sequence Diagram Analysis* e métrica *fitness*, disponíveis na ferramenta de mineração de processos ProM, foram usados para identificar os desvios e violações entre os modelos de processos esperado e de referência com o modelo do processo real.

### 3.2.5 Geração do relatório de pesquisa

Por fim, a geração do relatório de pesquisa foi composta pela sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde e pelas considerações finais dessa pesquisa.

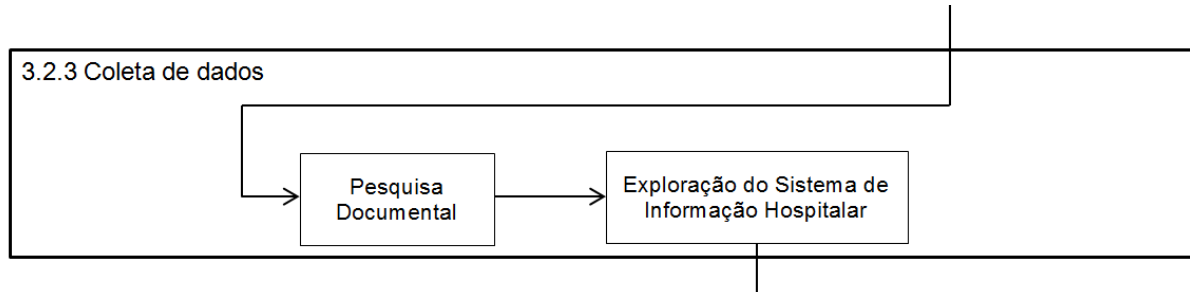
## 4. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo destina-se a apresentar o desenvolvimento deste trabalho, expondo a coleta e análises dos dados. Deste modo, as próximas seções retratam sequencialmente a execução das três etapas finais do protocolo de pesquisa: coleta de dados (pesquisa documental e exploração do sistema de informação hospitalar), análise dos dados (análise comparativa e análise quantitativa) e geração do relatório de pesquisa (sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde).

### 4.1 COLETA DE DADOS

Nesta seção é apresentada a etapa de coleta de dados do protocolo de pesquisa (Figura 8), conforme apresentado na Figura 11.

FIGURA 11 – PROTOCOLO DE PESQUISA: COLETA DE DADOS



FONTE: A autora (2016).

#### 4.1.1 Pesquisa documental – diretrizes clínicas

Feito o estudo das Diretrizes Clínicas da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV) para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – Partes I e II, conforme apresentado no referencial teórico deste trabalho, e tendo o conhecimento dos eventos da base de dados, foi possível selecionar as regras das diretrizes que seriam usadas para as análises de conformidade (Quadro 10).

## QUADRO 10 – DIRETRIZES SELECIONADAS PARA A ANÁLISE DE CONFORMIDADE

**Diretrizes selecionadas para a análise de conformidade**

A tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada dentro de 25 minutos da admissão do paciente no centro hospitalar.

A infusão do trombolítico (rt-PA) deve ser realizada dentro de 60 minutos da admissão do paciente no centro hospitalar.

A infusão do trombolítico (rt-PA) deve ser realizada dentro de 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas (para isso, o horário do início dos sintomas deve ser precisamente estabelecido; caso os sintomas forem observados ao acordar, deve-se considerar o último horário no qual o paciente foi observado normal).

FONTE: Adaptado de OLIVEIRA-FILHO (2012).

#### 4.1.2 Pesquisa documental – protocolos assistenciais

Os protocolos assistenciais para o manejo de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica do HMSJ foram desenvolvidos com base nas diretrizes para o tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – partes I e II, da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV), na experiência do corpo clínico e adaptados aos recursos locais disponíveis.

##### a) Pacientes elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica

Deve-se comunicar à sala de emergência do Hospital Municipal São José e acionar o CÓDIGO AVC, a chegada e encaminhamento do paciente com déficit neurológico focal súbito com menos de seis horas de evolução em síndrome clínica de evolução anterior, sem critério de tempo definido se de circulação posterior, triados por médico SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), UBS (Unidade Básica de Saúde), PA (Pronto Atendimento) ou paciente admitido por demanda espontânea triado na classificação de risco Manchester.

A classificação de risco Manchester tem como objetivo principal priorizar o atendimento do paciente conforme o seu risco clínico e não por ordem de chegada. Manchester classifica, após uma triagem baseada nos sintomas, os enfermos por cores, que representam o grau de gravidade e o tempo de espera recomendado

para atendimento. Aos doentes com patologias mais graves é atribuída a cor vermelha, atendimento imediato; os casos muito urgentes recebem a cor laranja, com um tempo de espera recomendado de dez minutos; os casos urgentes, com a cor amarela, têm um tempo de espera recomendado de 60 minutos. Os enfermos que recebem a cor verde e azul são casos de menor gravidade (pouco ou não urgentes) que, como tal, devem ser atendidos no espaço de duas e quatro horas.

O código AVC consiste em acionar médico clínico plantonista, enfermeiro, técnico de tomografia, neurologista de plantão e laboratório. Em seguida, é necessário realizar a estabilização ventilatória e hemodinâmica do paciente e controlar: HGT (glicemia capilar)  $< 50$ ; FR (frequência respiratória)  $> 20$ ; FC (frequência cardíaca)  $> 150$ ; SAT (saturação de oxigênio)  $< 90\%$ ; dor torácica; PAS (pressão arterial sistêmica)  $< 100$  e GLASGOW (escala neurológica usada para registrar o nível de consciência de uma pessoa)  $< 8$ .

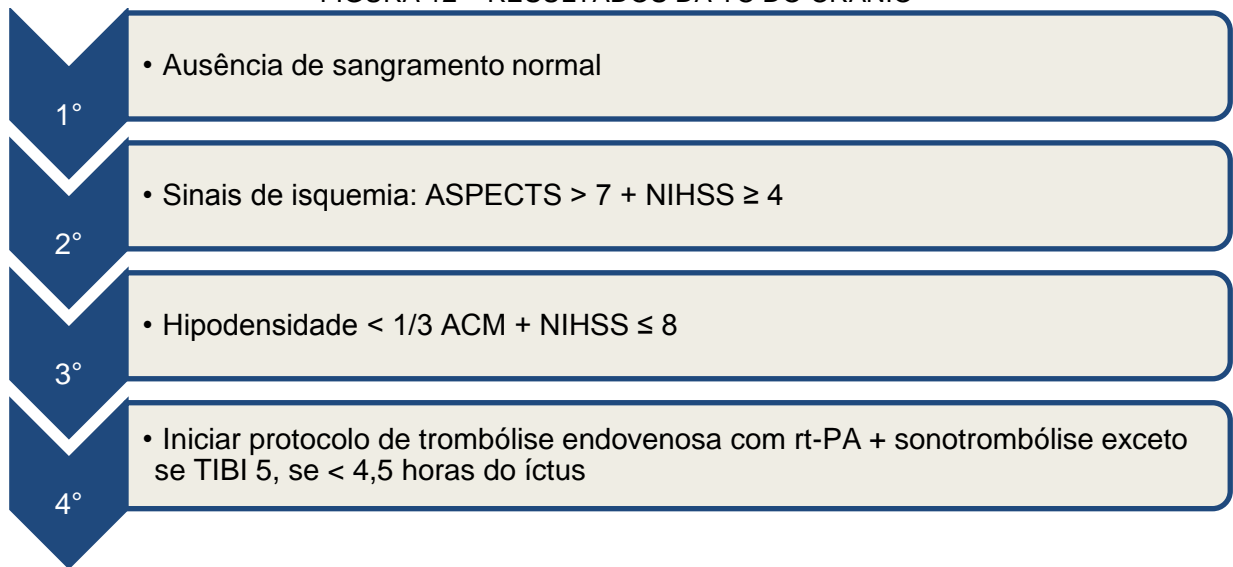
Se estável, direcionar o paciente diretamente a sala de tomografia e realizar com urgência: tomografia computadorizada do crânio, coleta de sangue pela equipe de enfermagem (hemograma com plaquetas, tempo de ativação da protrombina - TAP, razão normalizada internacional - RNI, sódio - Na, potássio - K, glicemia, ureia e creatinina) e puncionar dois acessos venosos, sendo um deles de calibre 18 ou de maior calibre.

Paralelamente o neurologista deve fazer a anamnese do paciente, focando nas seguintes informações: hora do íctus (sintomas), fatores de risco cardiovasculares, Rankin prévio (escala de avaliação funcional pós-AVC), medicações em uso com atenção especial para anticoagulantes e heparina, NIHSS (*National Institute of Health Stroke Scale* – é uma escala padrão, validada, segura, quantitativa da severidade e magnitude do déficit neurológico após o AVC) e classificação Bamford (classificação clínica de Bamford para AVC agudo).

Se a tomografia computadorizada (TC) do crânio apresentar os resultados expostos na Figura 12 e se íctus menor de 4 horas e 30 minutos, iniciar o protocolo de trombólise endovenosa.



FIGURA 12 – RESULTADOS DA TC DO CRÂNIO



FONTE: Adaptado dos Protocolos Clínicos HMSJ (2015).

#### b) Critérios de exclusão

Nos protocolos assistenciais os critérios de exclusão para trombólise endovenosa com rt-PA (trombolítico) são listados a seguir:

- NIHSS < 4 (exceto afasia ou hemianopsia homônima) ou sintomas que melhoram;
- Relação Normalizada Internacional – RNI > 1,7, e/ou plaquetas < 100.000 e glicemia < 50 mg/dl;
- Heparinização plena nas últimas 48 horas com TTPa (Tempo de Ativação Parcial da Tromboplastina) alargado;
- Punção arterial em sítio não compressível nos últimos 7 dias;
- Cirurgia de grande porte nos últimos 14 dias;
- Hemorragia geniturinária ou gastrointestinal nos últimos 21 dias;
- AVCI e/ou TCE (traumatismo crânio-encefálico) grave nos últimos 3 meses;
- Pressão arterial sistólica ≥ 185 mmHg ou pressão arterial diastólica ≥ 110 mmHg (em 3 ocasiões, com 10 minutos de intervalo) refratária ao tratamento anti-hipertensivo;

Não são considerados critérios absolutos de exclusão (caso o neurologista responsável pelo atendimento esteja convicto de que não estão relacionados ao déficit neurológico agudo):

- Glicemia > 400 mg/dl;
- Crise epiléptica no início ou déficit neurológico;
- Diagnóstico prévio de MAV (malformação arteriovenosa) e/ou aneurisma;
- Em pacientes sem história recente de uso de anticoagulantes orais ou heparina, a infusão do rt-PA pode ser iniciada antes do resultado do coagulograma e deverá ser descontinuada se RNI e/ou TTPa elevados.

#### c) Fase aguda do AVCI

Os protocolos assistenciais relatam que as seguintes ações devem ser tomadas durante a fase aguda do AVCI:

- Manter a pressão arterial < 180/110 mmHg (nitroprussiato de sódio, metoprolol EV);
- Monitorização da pressão arterial: a cada 5 minutos durante a infusão de rt-PA; a cada 15 minutos do pré-tratamento e nas duas primeiras horas; a cada 30 minutos da terceira oitava hora; após a oitava hora a cada hora até completar 36 horas do início do rt-PA;
- Manter a glicemia < 180 mg/dl;
- Manter a temperatura < 37,5°C.

#### d) Pós-trombólise

Nos protocolos assistenciais os cuidados pós-trombólise são descritos a seguir:

- Não utilizar antitrombóticos, antiagregantes e heparina nas 24 horas pós-trombolítico (realizar TC do crânio antes de iniciar a medicação);
- Controle neurológico rigoroso (NIHSS abreviado e escala de coma de Glasgow): a cada 15 minutos nas duas primeiras horas após rt-PA; a cada 30 minutos da terceira a oitava hora e após a oitava hora a cada hora até completar 36 horas do início do rt-PA;
- Não inserir cateter venoso central, arterial ou enteral nas primeiras 24 horas

#### e) Dados para análise de conformidade

Feito o estudo minucioso dos protocolos assistenciais para o manejo de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica do HMSJ, e tendo o conhecimento dos eventos da base de dados, foi possível selecionar a informação que seria usada para as análises de conformidade.

Dos protocolos clínicos supracitados, a única regra selecionada para realizar a análise de conformidade dos processos no atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, foi: iniciar protocolo de trombólise endovenosa com rt-PA se < 4,5 horas do íctus.

#### 4.1.3 Exploração do sistema de informação hospitalar

Nessa seção informações gerais sobre a base de dados original são apresentadas. Em seguida é relatado: como os registros da base de dados do sistema de informação hospitalar do HMSJ foram preparados para a importação nos *softwares* ProM e Disco; a inspeção da base de dados; e aplicação das técnicas de mineração de processos para descoberta e conformidade dos processos de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica.

#### a) Base de dados original

A base de dados original armazena informações de 5.475 prontuários de pacientes, internados nos centros de saúde: Hospital Municipal São José, Hospital Dona Helena, Centro Hospitalar Unimed, Hospital Regional Hans Dieter Schmidt, Hospital Infantil Dr. Jeser Amarante Faria, Instituto Público de Saúde Bethesda, Pronto Atendimento 24 horas, Unidades Básicas de Saúde e outros, no período de Outubro de 2009 a Outubro de 2016. O Quadro 11 apresenta as informações registradas na base de dados e os seus significados validados por um profissional da área da saúde.

QUADRO 11 – INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS NA BASE DE DADOS (continua)

Informações registradas na base de dados	
Base de dados	Descrição
Número de registro	Identificação do paciente.
Nome do paciente, RG, endereço completo, telefone, idade, data de nascimento, raça, peso, altura, sexo e outros	Dados pessoais do paciente.
Origem imediata do paciente	Local onde o paciente estava no momento em que apresentou os sintomas, antes de ser levado aos hospitais, tai como, ambulatório público, consultório privado, casa, pronto de atendimento 24 horas, outros.
Nome do entrevistador	Nome da enfermeira responsável pela coleta dos dados do paciente
Data e hora da entrevista	Momento em que foi realizada a entrevista com o paciente ou familiar.
Data e hora da admissão	Momento em que o paciente ingressou no hospital.
Tipo de atendimento	Internamento ou ambulatório.
Hospital	Em qual local o paciente foi internado: Hospital Municipal São José, Hospital Dona Helena, Centro Hospitalar Unimed, Bethesda, Hospital Regional, Hospital Infantil, Pronto Atendimento 24 horas, Unidades Básicas de Saúde e outros.
O paciente já teve AVC ou AIT? Se sim, qual a quantidade de ocorrências e data do último AVC ou AIT?	Se o paciente já teve AVC (Acidente Vascular Cerebral) ou AIT (Ataque Isquêmico Transitório). Um ataque isquêmico transitório (AIT) é frequentemente designado por mini-AVC e acontece quando o fornecimento de sangue para o cérebro é interrompido por um curto período de tempo.
O paciente faz reabilitação? Se sim, há quanto tempo?	Se o paciente que já teve AVC faz algum tipo de terapia para manutenção da saúde física e mental, bem como para o desenvolvimento de autonomia e inclusão social. Exemplos de reabilitação: fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional e e outros.
O paciente foi enviado para a Unidade de AVC?	Se o enfermo foi enviado para a unidade de AVC, localizada no HMSJ, especializada no tratamento de pacientes com AVC. A unidade conta com departamentos de fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional, nutrição, farmácia, psicologia e etc.

(continuação)

Base de dados	Descrição
Data e hora do início dos sintomas	Momento do início dos sintomas precisamente estabelecido (caso os sintomas forem observados ao acordar, deve-se considerar o último horário no qual o paciente foi observado normal).
Data e hora da ajuda	Momento em que o paciente pediu ajuda para um parente, vizinho, amigo, SAMU e etc.
Transporte	Como o paciente foi levado para o centro hospitalar: carro, ônibus, ambulância privada, SAMU, bombeiro, táxi e etc.
Data e hora da tomografia	Momento em que foi realizada a tomografia computadorizada do crânio no paciente. A TC do crânio é essencial na avaliação de pacientes com suspeita de acidente vascular cerebral agudo.
Data e hora do trombolítico	Momento em que foi administrado o trombolítico no paciente. Trombolíticos são fármacos usados para dissolver os trombos sanguíneos.
Data e hora da tomografia computadorizada de controle	Momento em que foi realizada a tomografia computadorizada de controle. A tomografia computadorizada do crânio é realizada em pacientes que fizeram o uso de trombolítico para acompanhamento.
Data da ecografia	Momento da ecografia. Ecografias das artérias do pescoço e do coração ajudam a identificar a causa do AVC.
Bamford, NIHSS	Bamford: é um instrumento para classificação do AVC que verifica qual região do cérebro foi afetado e permite prognóstico do paciente. NIHSS ( <i>National Institutes of Health Stroke Scale</i> ): é um instrumento de avaliação sistemática que fornece a medida quantitativa de déficit neurológico relacionado ao AVC.
Rankin, Barthel	Escores do AVC. A escala de Rankin é um instrumento de mensuração da incapacidade que tem sido amplamente utilizado na avaliação da recuperação neurológica e como desfecho primário (prognóstico) em estudos clínicos para o tratamento de AVC. Já o índice de Barthel, é outra escala de capacidade funcional, no qual os escores < 5 indicam dependência.
PA na admissão	Pressão arterial do paciente no momento da admissão no centro hospitalar. A pressão arterial mensura a força do sangue contra as paredes das artérias.

(continuação)

Base de dados	Descrição
Grau de instrução do paciente, da mãe e do pai	Histórico escolar: analfabeto, desconhece, ensino fundamental completo ou incompleto, ensino médio completo ou incompleto, ensino superior completo ou incompleto.
Ocupação do paciente, da mãe e do pai	Profissão: desconhece, trabalho manual ou trabalho não manual.
Saúde do paciente quando criança	Histórico de saúde: desconhece, boa, excelente, regular ou ruim.
O paciente é tabagista ou viveu com fumante?	Se o paciente é dependente de fumo ou viveu com fumante: sim, não ou ex-fumante.
O paciente é alcóolatra? Se sim, quantas doses ingere?	Se o paciente é dependente de álcool: sim, não, socialmente; e quantas doses ele ingere.
O paciente vai ao posto de saúde? Se sim, com qual frequência?	Frequência ao posto de saúde.
Exame de sangue	Glicemia: nome dado à quantidade de glicose existente no sangue. TCG: triglicerídeos, são uma forma de gordura que circula na corrente sanguínea. Colesterol total: também chamado de painel ou perfil lipídico; mostra os níveis de colesterol e triglicérides na corrente sanguínea; este exame de sangue ajuda a determinar o risco de obstrução das artérias por formação de placas de gordura. HDL e LDL: são siglas, em inglês, utilizadas para designar os tipos de lipoproteínas que transportam o colesterol no sangue, o HDL - <i>High Density Lipoproteins</i> é chamado de bom colesterol e o LDL - <i>Low Density Lipoproteins</i> de mau colesterol. Ácido úrico: determina os níveis de ácido úrico no sangue; a hiperuricemia está associada ao aumento de risco cardiovascular podendo aumentar a incidência de AVC. Creatinina: substância presente no organismo que permite saber se os rins estão funcionando corretamente. VHS: velocidade de hemossedimentação; mede o grau de sedimentação dos glóbulos vermelhos de uma amostra de sangue num dado intervalo de tempo; é solicitado para verificar a presença de inflamação no organismo.
ECG	Eletrocardiograma: exame que permite a avaliação elétrica da atividade do coração, indicando assim, o estado de normalidade ou de alteração dos músculos e nervos do coração.
Os pais já tiveram AVC?	Histórico familiar para AVC: Desconhece, pai, mãe, ambos, nenhum.

(continuação)

Base de dados	Descrição
Algum parente já teve AVC?	Histórico familiar para AVC.
O paciente usa drogas? Se sim, há quanto tempo?	Se o paciente faz uso de qualquer substância, natural ou sintética que, introduzida no organismo modifica suas funções. E o tempo de uso dessas drogas.
Quantidade de televisões, DVD's, rádios, banheiros, automóveis, máquinas de lavar, geladeiras, freezers e empregadas	Para analisar a pontuação e classe social.
Pontuação social e classe social	A1, A2, B1, B2, C1, C2, D.
O paciente tem HAS? Se sim, há quanto tempo? Realiza tratamento? O tratamento é regular? O paciente participa de grupos de hipertensos? Valor da última HAS.	Se o paciente tem diagnóstico Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), popularmente chamada de pressão alta.
HAS angiotensina / HAS beta bloqueador / HAS bloqueador cálcio / HAS alpha bloqueador / HAS diurético	Se o paciente usa esses medicamentos para o tratamento de HAS.
O paciente é diabético? Se sim, há quanto tempo? Realiza tratamento? O tratamento é regular? O paciente participa de grupos de diabéticos?	Se o paciente tem diagnóstico de diabetes. Diabetes é uma doença crônica na qual o corpo não produz insulina ou não consegue empregar adequadamente a insulina que produz. A insulina é um hormônio que controla a quantidade de glicose no sangue.
Valores do nível de hemoglobina glicada, glicemia em jejum e glicemia capilar.	Hemoglobina glicada: é um exame de sangue muito utilizado para o acompanhamento dos pacientes diabéticos, por ser ele uma forma eficaz de avaliar os níveis médios da glicose sanguínea nos últimos 2 ou 3 meses. Glicemia em jejum: é um exame que mede o nível de açúcar no sangue naquele momento. Glicemia capilar: é a coleta de sangue de capilares sanguíneos, geralmente do dedo, através da perfuração cutânea por uma lanceta, e a dosagem de glicose é verificada em aparelhos próprios para esse fim.
Diabetes hipoglicemiante oral, insulina ou metformina?	Se o paciente usa esses medicamentos para o tratamento da diabetes.
O paciente tem dislipidemia? Se sim, há quanto tempo? Realiza tratamento? O tratamento é regular? Quais medicamentos são usados para controle?	Se o paciente tem diagnóstico de dislipidemia: distúrbio que altera os níveis séricos dos lipídeos.
O paciente tem FA? Se sim, há quanto tempo? Realiza tratamento? O tratamento é regular? FA conhecida, paroxística, atrial nova ou atrial nova paroxística?	Se o paciente tem diagnóstico fibrilação atrial (FA) e realiza tratamentos. Tipos de FA: conhecida, paroxística, atrial nova ou atrial nova paroxística.

(conclusão)

Base de dados	Descrição
O paciente faz tratamento com antitrombótico? Se sim, há quanto tempo? O tratamento é regular? Quais antitrombóticos são usados?	Se o paciente faz uso de antitrombóticos, tempo de uso e tipo de medicamento utilizado para o tratamento de trombos.
O paciente é cardiopata? Cardiopatia IAM, ICC, FA, arritmia, angioplastia, doença valvar ou outros?	Se o paciente sofre de cardiopatia, ou seja, doenças que acometem o coração. Como causa da cardiopatia: IAM (infarto agudo do miocárdio, ocorre geralmente quando a obstrução de uma artéria coronária restringe gravemente ou interrompe o fornecimento de sangue a uma região do coração), ICC (insuficiência cardíaca congestiva, é uma condição fisiopatológica na qual o coração encontra-se incapacitado de bombear sangue a uma taxa ideal para atender às necessidades dos tecidos metabolizadores), FA (fibrilação atrial, é uma frequência cardíaca irregular e frequentemente muito rápida), arritmias cardíacas (são alterações elétricas que provocam modificações no ritmo das batidas do coração), a angina (dor no peito causada pelo enfraquecimento dos músculos do coração), a doença valvar (doenças nas válvulas cardíacas).
Angioplastia, cateterismo, angina, revascularização?	Se o paciente faz esses exames e tratamentos para cardiopatia.
O paciente sofre de insuficiência vascular periférica ou foi submetido a revascularização arterial?	Se o paciente tem diagnóstico de insuficiência vascular periférica: uma condição em que ocorre o estreitamento e endurecimento das artérias que transportam o sangue para os membros inferiores do corpo. Revascularização arterial é o tratamento realizado para insuficiência vascular periférica.
O paciente pratica atividade física?	Se o paciente realiza atividades físicas
O paciente já sofreu de AVCI, AIT, AVCI Toast, AVCH ou outros?	Se o paciente já foi diagnosticado com: AVCI (acidente vascular cerebral isquêmico), AIT (ataque isquêmico transitório), AVCI Toast (sistema para classificação dos subtipos de AVCI), AVCH (acidente vascular cerebral hemorrágico), ou outros.
Data e horário da alta	Momento da alta do paciente
Rankin, Barthel no momento da alta	Classificação no momento da alta do paciente
CID	Classificação internacional de doenças
Data, horal, local e causa do óbito	Momento e causa do óbito

FONTE: A autora (2016).



## b) Preparação da base de dados (*log* de eventos)

Para a aplicação das técnicas de mineração de processos foi preciso, inicialmente, preparar a base de dados. O conjunto de dados usados para a mineração de processos consiste de eventos, que frequentemente são chamados de *log* de eventos. Em um *log* de eventos: cada evento corresponde a uma atividade que foi executada no processo; vários eventos estão ligados entre si em uma instância ou caso de processo; cada caso de processo forma uma sequência de eventos, ordenados por seu *timestamp*.

Um caso é uma instância específica do processo. O significado exato de um caso depende do domínio do processo. O *log* de eventos utilizado nesse trabalho é subdividido em prontuários, ou seja, cada linha representa um caso de atendimento de pacientes com AVC nos hospitais da região de Joinville, em Santa Catarina. As colunas representam diferentes características relacionadas ao atendimento destes pacientes, tais como resultados de exames, dados pessoais e registros de eventos ocorridos. Os dados e exemplos das estruturas encontradas são apresentados na Figura 13.

FIGURA 13 – EXEMPLO DE ESTRUTURA DOS DADOS NA BASE

Registro	Nome Entrevistador	Data da Entrevista	Hora da Entrevista	Data da Admissao	Hora da Admissao	Sexo	Tipo de Atendimento	Hospital	Já teve AVC
2		02/10/2009	15:00	01/10/2009	10:15	Masculino	Internado	HMSJ	Sim
4		02/10/2009	14:50	01/10/2009	14:49	Feminino	Internado	HMSJ	Não
10		02/10/2009	17:45	01/10/2009	16:22	Feminino	Internado	HMSJ	Não
11		02/10/2009	15:00	01/10/2009	15:45	Masculino	Internado	Regional	Não
15		02/10/2009	15:00	01/10/2009	14:04	Masculino	Internado	HMSJ	Não
50		02/10/2009	15:00	01/10/2009	10:15	Masculino	Internado	HMSJ	Sim
4111		14/08/2014	11:15	01/10/2009	13:43	Masculino	Internado	Bethesda	Não
37		05/10/2009	15:50	02/10/2009	17:19	Masculino	Internado	HMSJ	Não
1643		06/10/2011	17:00	02/10/2009	09:00	Feminino		Outros	Não
6		05/10/2009	16:30	03/10/2009	08:00	Masculino	Internado	CHU	Não
146		03/10/2009	17:30	03/10/2009	17:16	Masculino	Internado	HMSJ	Sim
108		05/10/2009	17:45	04/10/2009	23:01	Masculino	Internado	HMSJ	Não
13		05/10/2009	16:45	05/10/2009	00:28	Feminino	Internado	HMSJ	Não
17		08/10/2009	16:00	05/10/2009	22:26	Feminino	Internado	HMSJ	Sim
19		06/10/2009	16:00	05/10/2009	15:56	Feminino	Internado	HMSJ	Não
20		06/10/2009	17:30	05/10/2009	07:53	Masculino	Internado	HMSJ	Não
26		06/10/2009	13:45	05/10/2009	15:56	Masculino	Internado	HMSJ	Não
109		07/10/2009	15:00	05/10/2009	18:36	Masculino	Internado	HMSJ	Não
205		15/10/2009	14:22	05/10/2009	23:38	Masculino	Internado	HMSJ	Não
572		17/07/2010	10:00	05/10/2009	00:00	Feminino		Outros	Não
41		07/10/2009	14:00	06/10/2009	08:35	Masculino	Internado	HMSJ	Sim
2368		07/08/2012	10:00	07/10/2009	06:00	Feminino		Outros	Sim
16		09/10/2009	17:00	08/10/2009	10:20	Feminino	Internado	CHU	Não
25		09/10/2009	15:00	08/10/2009	02:38	Feminino	Internado	HMSJ	Não
42		13/10/2009	18:00	09/10/2009	22:49	Masculino	Internado	HMSJ	Não
294		13/10/2009	15:45	09/10/2009	09:31	Masculino	Internado	HMSJ	Não

FONTE: A autora (2016).

A mineração de processos busca avaliar a execução de um determinado processo com base na análise de cada uma das suas instâncias. Logo, para a importação dos dados no *software* Disco, foi necessário organizar as instâncias

pelos números dos prontuários dos pacientes. Então, foram selecionadas as características relevantes para a análise posterior. Exemplos, neste caso, de características relevantes foram: hospital, transporte, trombolítico, tomografia computadorizada, escores de AVC, exame de sangue completo, diabetes, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, cardiopatia, insuficiência vascular periférica, álcool, tabagismo, prática de atividades físicas, entre outros. A estrutura de modelo e instâncias é apresentada na Figura 14. Nesta figura, as instâncias de processo, ou seja, os números dos prontuários dos pacientes estão representados na coluna A e as demais colunas representam as informações / atributos de cada prontuário de atendimento. Dessa forma, cada linha representa um caso de atendimento.

FIGURA 14 – INSTÂNCIAS PREPARADAS PARA A MINERAÇÃO DE PROCESSOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Texto 632	Registro	Sexo	TipoAtendimento	Hospital	HospitalOutro	Trasporte	Banford	NIH	RankinAtual	BartheIAAtual	GlicemiaJejum
2	2009102601	38	Feminino	Internado	CHU		Carro próprio/Amigo/Taxi	LACS	4		80	94
3	2009102701	44	Feminino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	7	1	100	104
4	2009122903	68	Masculino	Internado	HMSJ		Carro próprio/Amigo/Taxi	POCS	11	2	80	144
5	2010011301	76	Masculino	Internado	HMSJ		Carro próprio/Amigo/Taxi	PACS	2	3	70	103
6	2009101201	12	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	1	1	100	94
7	2009100103	15	Masculino	Internado	HMSJ		Carro próprio/Amigo/Taxi	PACS	4	3	65	177
8	2009102501	35	Masculino	Internado	CHU		Carro próprio/Amigo/Taxi	LACS	2	1	100	95
9	2009100506	109	Masculino	Internado	HMSJ		Carro próprio/Amigo/Taxi		2	1	100	166
10	2009122001	124	Masculino	Internado	CHU		Carro próprio/Amigo/Taxi	LACS	2	1	100	117
11	2009122002	126	Masculino	Internado	HMSJ		Ônibus	LACS	2	1	100	108
12	2010021601	162	Feminino	Internado	HDH		Carro próprio/Amigo/Taxi	LACS	3	4	50	110,58
13	2009110501	167	Masculino	Internado	HDH		SAMU/Bombeiro		0	0	100	Não Realizado
14	2009120203	197	Masculino	Internado	Regional		Carro próprio/Amigo/Taxi	PACS	16	5	15	87
15	2009112402	212	Feminino	Internado	HDH		Carro próprio/Amigo/Taxi	POCS	3	4	65	136
16	2009120803	233	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	3	4	50	193
17	2010012401	265	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	TACS	2	0	100	65
18	2010011603	284	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	LACS	3	1	100	213
19	2010012402	299	Masculino	Internado	HMSJ		Carro próprio/Amigo/Taxi		3	1	85	140
20	2010010703	306	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	3	1	100	95
21	2009103101	320	Masculino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	POCS	4	1	100	101
22	2010021602	352	Feminino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	6	5	0	74
23	2010013002	356	Feminino	Internado	HMSJ		SAMU/Bombeiro	PACS	18	5	0	96

FONTE: A autora (2016).

As instâncias são utilizadas para a geração dos eventos, que são à base da análise por mineração de processos. Os eventos são gerados utilizando as atividades que possuem registro de data e hora (*timestamp*). Acrescenta-se nesta etapa, além dos atributos da instância, o nome da atividade realizada e o recurso, ou seja, neste caso, o funcionário (enfermeira) que registrou a ocorrência do acontecimento em questão. Um exemplo de dados organizados em estrutura de eventos é apresentado na Figura 15.

FIGURA 15 – DADOS ORGANIZADOS EM EVENTOS

	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL
	FA	Antitrombóticos	Insuficiência Vascular	Atividade Física	Óbito Local	Óbito Causa	Atividade	Nome Entrevistador	Data da Admissão	Hora da Admissão	Data e Hora
1	Anticoagulante	Tratamento	Periférica	Física	Local	Causa					
2	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		26/10/2009	10:00	26/10/2009 10:00
3	Sim	Sim	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	AVC	Admissão		15/10/2009	15:17	15/10/2009 15:17
4	Não	Sim	Não	Ativo Leve			Admissão		13/10/2009	14:14	13/10/2009 14:14
5	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão		06/10/2009	08:35	06/10/2009 08:35
6	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		09/10/2009	22:49	09/10/2009 22:49
7	Não	Não	Não	Ativo Leve	Intra-Hospitalar	IAM	Admissão		24/10/2009	20:35	24/10/2009 20:35
8	Não	Não	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	AVC	Admissão		27/10/2009	12:30	27/10/2009 12:30
9	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão		18/10/2009	20:17	18/10/2009 20:17
10	Não	Não	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	Outra	Admissão		25/10/2009	07:00	25/10/2009 07:00
11	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão		01/10/2009	10:15	01/10/2009 10:15
12	Não	Não	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	AVC	Admissão		05/01/2010	15:30	05/01/2010 15:30
13	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		24/12/2009	10:00	24/12/2009 10:00
14	Não	Sim	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	AVC	Admissão		07/01/2010	10:59	07/01/2010 10:59
15	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		29/12/2009	09:00	29/12/2009 09:00
16	Não	Sim	Não	Inativo	Intra-Hospitalar	IAM	Admissão		19/12/2009	14:45	19/12/2009 14:45
17	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		04/01/2010	09:39	04/01/2010 09:39
18	Não	Sim	Não	Ativo Moderado			Admissão		04/01/2010	10:09	04/01/2010 10:09
19	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão		22/12/2009	09:28	22/12/2009 09:28
20	Não	Sim	Não	Ativo Leve	Intra-Hospitalar	Outra	Admissão		28/12/2009	06:19	28/12/2009 06:19
21	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão		04/01/2010	00:51	04/01/2010 00:51
22	Não	Não	Não	Inativo	Extra-Hospitalar	AVC	Admissão		06/01/2010	17:57	06/01/2010 17:57
23	Não	Não	Não	Inativo			Admissão		29/12/2009	18:21	29/12/2009 18:21

FONTE: A autora (2016).

Os eventos estão sempre relacionados a um caso de atendimento (instância - coluna A na Figura 14), são registrados por um funcionário (recurso - coluna BI na Figura 15), representam um acontecimento (atividade - coluna BH na Figura 15) e possuem um registro de data e hora (marca temporal - coluna BL na Figura 15). Para que os algoritmos processem os dados, é necessário que todos os eventos tenham origem em uma base de dados comum. Por este motivo, após gerados todos os eventos, unem-se todos em uma única tabela para que possa ser realizada a importação no *software* de processamento dos dados. Uma parte dos dados agrupados para o caso dos pacientes pode ser visualizada na Figura 16.

FIGURA 16 – EVENTOS PREPARADOS PARA A IMPORTAÇÃO NO SOFTWARE

	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL
	Cardiopatia FA	Cardiopatia Cateterismo	Cardiopatia Angina	Cardiopatia Revascularizacao	Cardiopatia Doença Valvar	Cardiopatia Outros	FA Anticoagulante	Antitrombóticos Tratamento	Insuficiência Vascular Periférica	Atividade Física	Óbito Local	Óbito Causa	Atividade	Nome Entrevistador	Data da Entrevista	Hora da Entrevista	Data e Hora
1																	
2	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Arritmia	Não	Sim	Não	Inativo			Entrevista	Outro	04/01/2010	17:00	04/01/2010 17:00
3	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Arritmia	Não	Sim	Não	Inativo			Admissão	Outro	28/12/2009	07:00	28/12/2009 07:00
4	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Arritmia	Não	Sim	Não	Inativo			Início Sintomas	Outro	28/12/2009	06:00	28/12/2009 06:00
5	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Arritmia	Não	Sim	Não	Inativo			Ajuda	Outro	28/12/2009	06:00	28/12/2009 06:00
6	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Arritmia	Não	Sim	Não	Inativo			Alta	Outro	29/01/2010	12:00	29/01/2010 12:00
7	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Entrevista		02/10/2009	17:45	02/10/2009 17:45
8	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Admissão		01/10/2009	16:22	01/10/2009 16:22
9	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Início Sintomas		01/10/2009	14:15	01/10/2009 14:15
10	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Ajuda		01/10/2009	15:00	01/10/2009 15:00
11	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Alta		08/10/2009	12:00	08/10/2009 12:00
12	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Entrevista		02/10/2009	15:00	02/10/2009 15:00
13	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Admissão		01/10/2009	15:45	01/10/2009 15:45
14	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Início Sintomas		30/09/2009	07:00	30/09/2009 07:00
15	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Não	Não	Não	Inativo			Ajuda		30/09/2009	07:30	30/09/2009 07:30

FONTE: A autora (2016).

Com a base devidamente preparada, a próxima etapa consistiu em realizar a importação. Nesta etapa, deve-se informar ao *software* quais são as informações contidas em cada coluna para que o mesmo faça a organização e o processamento dos dados. Por exemplo, a coluna registro do paciente foi marcada como *case id*, a coluna sexo do paciente, tipo de atendimento, hospital, transporte, escores de AVC, trombolítico e outros como *atributo*, a coluna entrevistador como *recurso*, e as atividades admissão, ajuda, alta, entrevista, início dos sintomas, tomografia, tomografia controle, trombólise e óbito como *eventos*.

No *software* Disco, foi feita a exportação dos dados processados para o formato MXML. Assim, o formato padrão da mineração de processos pode ser importado também para a ferramenta ProM.

#### c) Inspeção da base de dados (*log* de eventos)

Com o *log* aberto no *software* Disco, foram realizados os seguintes filtros antes de inspecionar a base de dados: foram mantidas apenas as instâncias de processo do Hospital Municipal São José, que ocorreram entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016 e com *endpoints* (pontos das extremidades): início dos sintomas como evento inicial e óbito ou alta como evento final.

Após os filtros, a inspeção da base de dados foi realizada por meio do *dashboard* apresentado na Figura 17. Observa-se que o *log* de eventos apresenta 1 processo (processo de tratamento de pacientes com AVC), 2.444 casos registrados (instâncias, prontuários de pacientes), 17.195 eventos, 10 classes de eventos (atividades executadas: início dos sintomas, ajuda, admissão, entrevista, alta, tomografia, óbito, trombólise tomografia controle) , 1 tipo de evento e 9 originadores (recursos, enfermeiras que alimentam a base de dados).

FIGURA 17 – INSPEÇÃO DA BASE DE DADOS

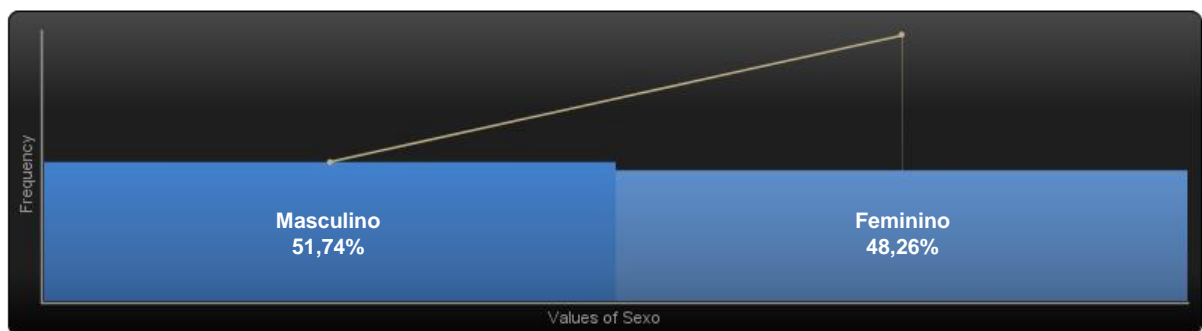


FONTE: A autora (2016).

A inspeção prosseguiu com a obtenção de informações gerais do *log* de eventos, tais como, sexo, idade, raça/cor, tabagismo, hipertensão arterial sistêmica, cardiopatia, fibrilação atrial, diabetes, alcoolismo, dislipidemia e atividade física.

Na base de dados, 51,74% dos pacientes internados no Hospital Municipal São José, entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, para tratamento do AVC eram do sexo masculino, e 48,26% dos pacientes do sexo feminino (Figura 18).

FIGURA 18 – SEXO DOS PACIENTES



FONTE: A autora (2016).

Ainda que um AVC possa surgir em qualquer idade, inclusive entre crianças e recém-nascidos, a chance dele ocorrer cresce à medida que avança a idade. Quanto mais velha uma pessoa, maior a chance de ela ter um AVC (SBDCV, 2017). No Quadro 12, são apresentadas as 10 idades mais frequentes dos pacientes

internados no Hospital Municipal São José, entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, para tratamento do AVC. Nota-se que a faixa de idade dos pacientes é entre 62 e 76 anos.

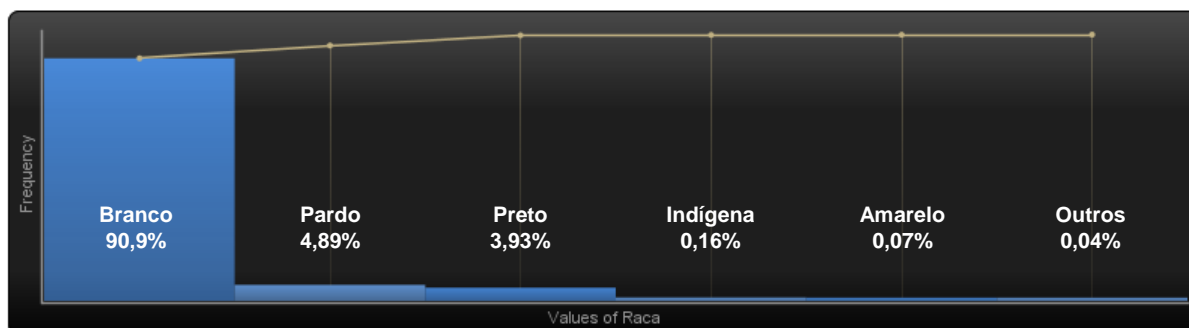
QUADRO 12 – IDADES MAIS FREQUENTES DOS PACIENTES COM AVC

Idades mais frequentes dos pacientes com AVC	
Idade (anos)	Frequência (%)
76	3,27
74	3,02
73	2,93
72	2,89
70	2,85
68	2,84
62	2,82
64	2,78
69	2,77
67	2,74

FONTE: A autora (2016).

Na base de dados, a porcentagem de pacientes com AVC da raça/cor branca é de 90,9%, seguida da raça/cor parda (4,89%), preta (3,93%), indígena (0,16%), amarelo (0,07%) e outros (0,04%) (Figura 19).

FIGURA 19 – RAÇA/COR DA PELE DOS PACIENTES

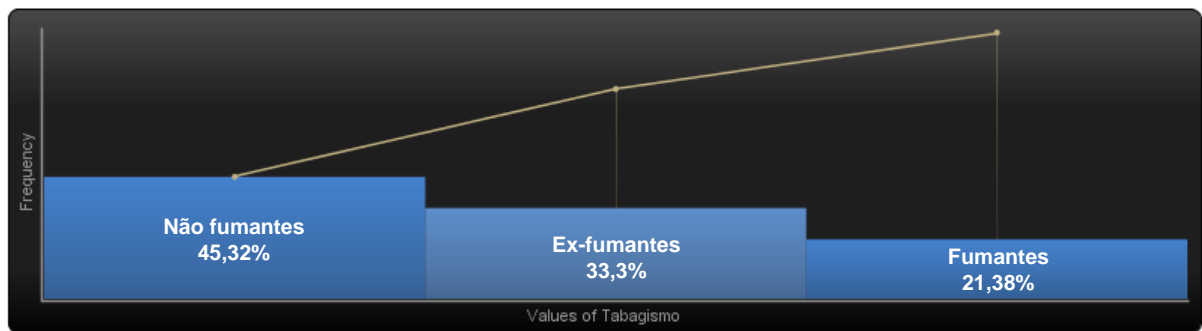


FONTE: A autora (2016).

O hábito de fumar é fortemente relacionado com o risco para AVC, pois as substâncias químicas presentes na fumaça do cigarro passam dos pulmões para a

corrente sanguínea e circulam pelo corpo, afetando todas as células e provocando diversas alterações no sistema circulatório (SBDCV, 2017). Dos pacientes internados no Hospital Municipal São José, entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, para tratamento do AVC, 45,32% eram não fumantes, 33,3% ex-fumantes e 21,38% fumantes (Figura 20). Dessa forma ex-fumantes e fumantes representavam 54,68% do total.

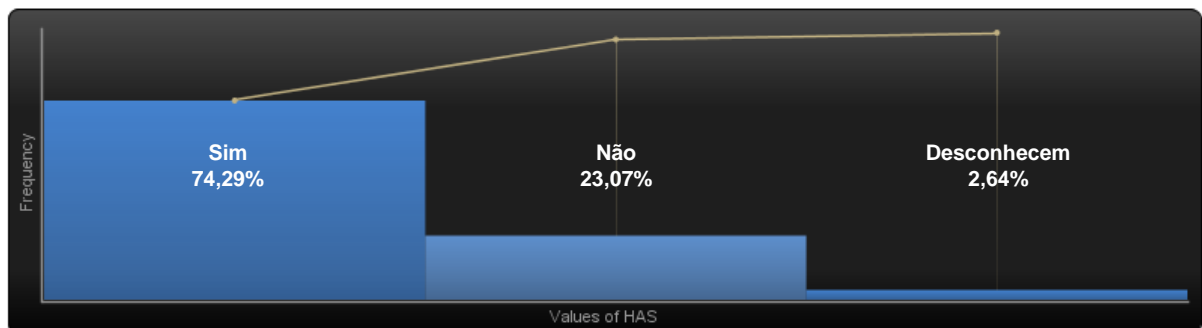
FIGURA 20 – TABAGISMO



FONTE: A autora (2016).

Conhecida como “pressão alta”, o termo hipertensão arterial sistêmica (HAS) se refere à pressão nas artérias que levam o sangue do coração para o resto do corpo. A pressão elevada, pode acabar lesionando os vasos sanguíneos do cérebro e causar um AVC (SBDCV, 2017). No log de eventos, 74,29% dos pacientes apresentavam hipertensão arterial sistêmica, 23,07% não apresentavam e 2,64% desconheciam (Figura 21).

FIGURA 21 – HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

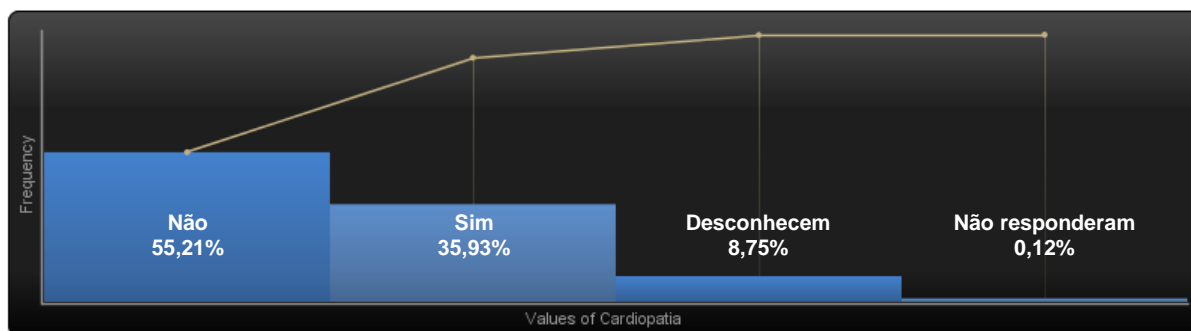


FONTE: A autora (2016).

As doenças do coração, especialmente as arritmias (batimentos cardíacos desregulados), aumentam o risco de AVC. A arritmia mais comum é a fibrilação

atrial, que provoca uma corrente sanguínea irregular e facilita a formação de coágulos sanguíneos dentro do coração, que podem chegar pela circulação nos vasos do cérebro, diminuindo o fluxo sanguíneo e causando um AVC (SBDCV, 2017). No registro de eventos 55,21% dos pacientes não apresentavam cardiopatias, 35,93% sim e 8,75% desconheciam (Figura 22).

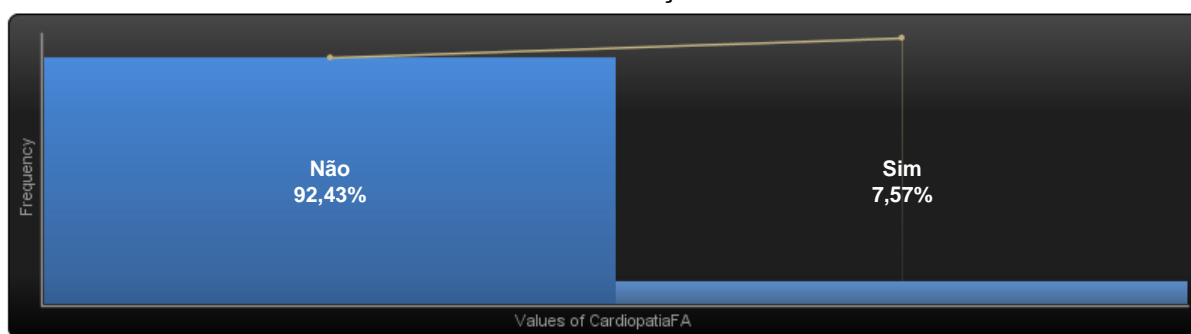
FIGURA 22 – CARDIOPATIA



FONTE: A autora (2016).

Analisando especificamente a cardiopatia Fibrilação Atrial (FA), 92,43% dos pacientes internados no Hospital Municipal São José, entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, para tratamento do AVC, não foram diagnosticados com essa doença e 7,57% sim (Figura 23).

FIGURA 23 – FIBRILAÇÃO ATRIAL



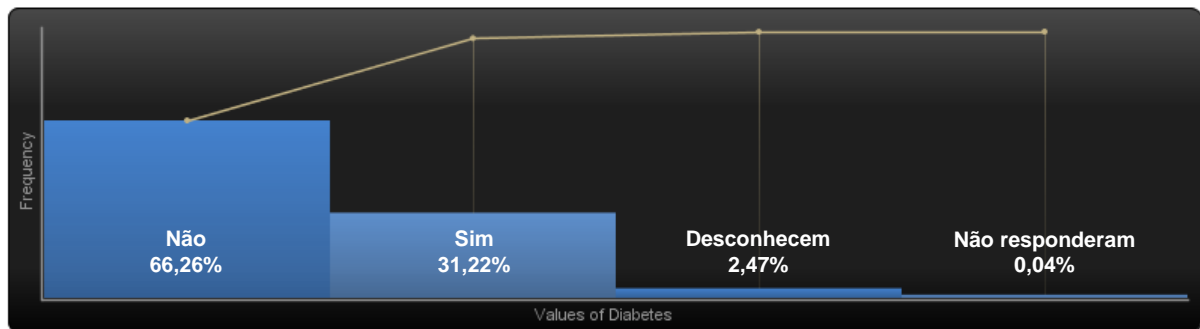
FONTE: A autora (2016).

*Diabetes Mellitus* é uma doença caracterizada pela elevação da glicose no sangue (hiperglicemia). É causada por uma deficiência do hormônio chamado insulina ou por uma resistência a ele. Esse hormônio é essencial no metabolismo da glicose (açúcar) no corpo. Um bom controle da diabetes com dieta adequada e medicamentos torna os problemas circulatórios menos comuns (SBDCV, 2017). Na



base de dados, 66,26% dos pacientes internados não apresentavam tal doença, 31,22% sim e 2,47% desconheciam (Figura 24).

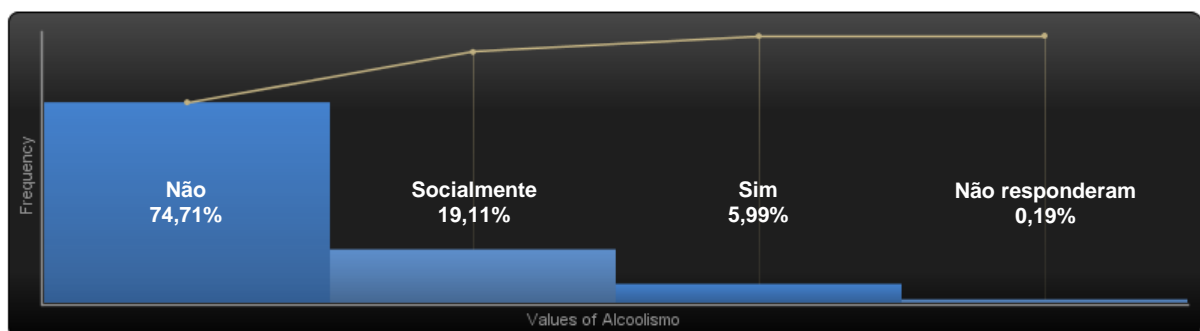
FIGURA 24 – DIABETES



FONTE: A autora (2016).

O consumo excessivo de bebidas alcoólicas associa-se a grande aumento na incidência de AVC. O consumo rotineiro de álcool leva a hipertensão e níveis inadequados de colesterol no sangue (SBDCV, 2017). No que se refere a ingestão de bebidas alcoólicas, 74,71% dos pacientes não consumiam bebidas alcóolicas, 19,11% consumiam socialmente e 5,99% declararam consumir excessivamente álcool (Figura 25).

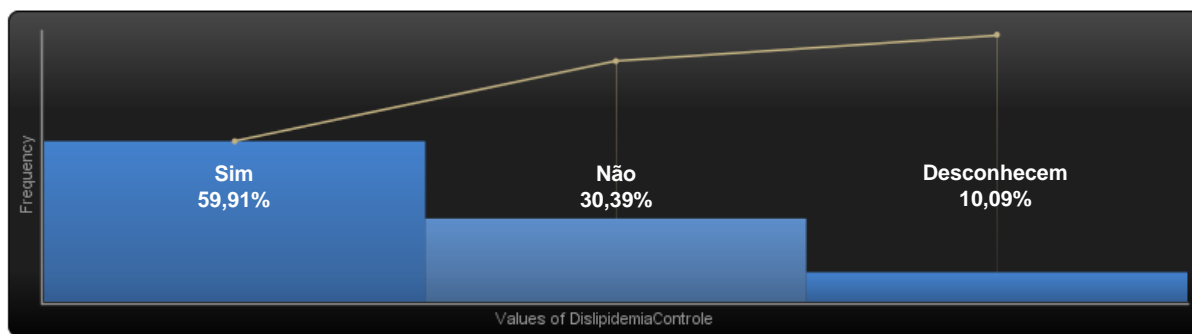
FIGURA 25 – ALCOOLISMO



FONTE: A autora (2016).

O excesso de gordura no sangue (dislipidemias), especialmente de colesterol, leva à formação de placas nas paredes das artérias. Isto as torna mais estreitas e reduz o fluxo sanguíneo, aumentando a chance de a pessoa ter um AVC (SBDCV, 2017). No log de eventos, 59,91% dos pacientes faziam controle da dislipidemia, 30,39% não controlavam e 10,09% desconheciam (Figura 26).

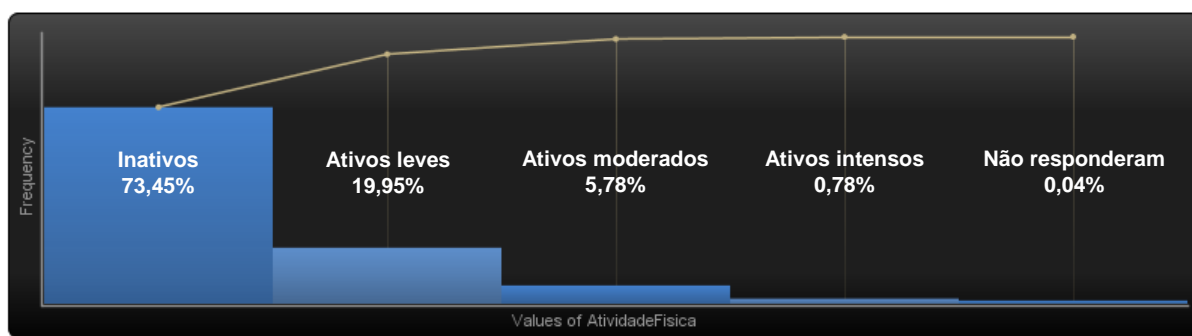
FIGURA 26 – DISLIPIDEMIA



FONTE: A autora (2016).

A atividade física confere redução do risco de doença vascular. O sedentarismo leva ao aumento de peso, predispondo à hipertensão, diabetes, níveis inadequados de colesterol no sangue, ou seja, todos os fatores de risco para AVC já comentados (SBDCV, 2017). Dos pacientes internados no Hospital Municipal São José, entre Janeiro de 2012 e Outubro de 2016, para tratamento do AVC, 73,45% não realizavam nenhuma atividade física, 19,95% faziam atividades leves, 5,78% atividades moderadas e 0,78% atividades intensas (Figura 27).

FIGURA 27 – ATIVIDADE FÍSICA

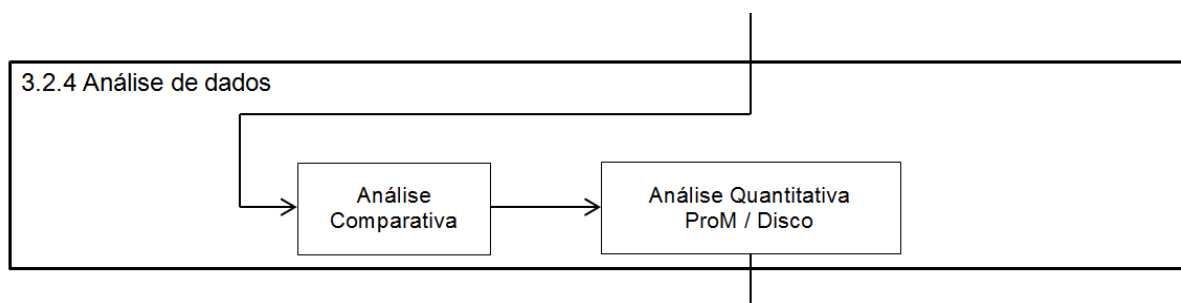


FONTE: A autora (2016).

#### 4.2 ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção são apresentadas as análises comparativas entre as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais e as análises quantitativas dos dados coletados (Figura 28) conforme descrito no protocolo de pesquisa desta dissertação (Figura 8).

FIGURA 28 – PROTOCOLO DE PESQUISA: ANÁLISE DE DADOS



FONTE: A autora (2016).

#### 4.2.1 Análise comparativa

Nessa seção, os protocolos assistenciais e as diretrizes clínicas, foram estudados e comparados.

Para confrontar as informações descritas nos protocolos assistenciais e diretrizes clínicas, foram desenvolvidos quadros comparativos. No Quadro 13, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados sobre o Acidente Vascular Cerebral Isquêmico no departamento de emergência.

QUADRO 13 – ANÁLISE COMPARATIVA: O AVC ISQUÊMICO NO DEPARTAMENTO DE EMERGÊNCIA

(continua)

O AVCI no departamento de emergência	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
A avaliação médica deve ser realizada dentro de 10 minutos da admissão hospitalar.	Deve-se comunicar à sala de emergência do HMSJ e ativar o código AVC, a chegada e encaminhamento do paciente com déficit neurológico focal súbito com menos de seis horas de evolução em síndrome clínica de circulação anterior, sem critério de tempo definido se de circulação posterior, triados por médico SAMU, UBS, PA ou paciente admitido por demanda espontânea triado na classificação de risco Manchester. O código AVC consiste em acionar <b>médico clínico plantonista</b> , enfermeiro, técnico de tomografia, neurologista de plantão e laboratório.
Desenvolvimento e aplicação de protocolos escritos integrados e multiprofissionais, para o tratamento de casos suspeitos de AVC.	Protocolos assistenciais do HMSJ: 7.1.002 (Apêndice – 4), 7.1.003 (Apêndice – 5), 7.1.005 (Apêndice – 6), 7.1.006 (Apêndice – 7), 7.1.007 (Apêndice – 8).

(continuação)

Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
O tratamento de um paciente com AVC deve ser orientado por um neurologista.	O código AVC consiste em acionar médico clínico plantonista, enfermeiro, técnico de tomografia, <b>neurologista de plantão</b> e laboratório.
Disponibilidade de neurologista em 15 minutos.	O neurologista deve fazer a anamnese do paciente, focando nas seguintes informações: hora do íctus (sintomas), fatores de risco cardiovasculares, Rankin prévio, medicações em uso com atenção especial para anticoagulantes e heparina, NIHSS e classificação Bamford.
Disponibilidade de neurocirurgião em 2 horas.	-
Monitorização da saturação de oxigênio (para os pacientes com nível de saturação abaixo de 95% aplicar suplementação de oxigênio); avaliação clínica de hidratação (em caso de desidratação, aplicar a hidratação intravenosa com 0,9% de solução salina normal); testes de glicemia capilar (dispensar fluidos contendo glucose apenas em casos detectados de hipoglicemia); escalas de avaliação e triagem, tais como, Cincinnati e Los Angeles, para identificar pacientes com AVC, especialmente aqueles que são candidatos à terapia de reperfusão.	Realizar a estabilização ventilatória e hemodinâmica do paciente; controlar: HGT < 50; FR > 20; FC > 150; SAT < 90%; dor torácica; PAS < 100; GLASGOW < 8.
Realizar exames laboratoriais para a exclusão de diagnósticos diferenciais e auxílio à decisão terapêutica.	Coleta de sangue pela equipe de enfermagem (hemograma com plaquetas, TAP, RNI, Na, K, glicemia, ureia e creatinina).
Realizar exames de neuroimagem para orientar a terapia na fase aguda do acidente vascular cerebral.	Após estabilização ventilatória e hemodinâmica, direcionar o paciente diretamente a sala de tomografia e realizar com urgência: tomografia computadorizada do crânio.
A tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada até 25 minutos a partir da admissão.	-
A interpretação da tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada até 45 minutos a partir da admissão.	-
Realizar monitoramento cardiovascular não invasivo.	-
A saturação de oxigênio no sangue deve ser avaliada em pacientes com AVC agudo, se possível, com oximetria de pulso.	Estabilização ventilatória: SAT (saturação de oxigênio) < 90%.

(continuação)

Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
A suplementação de oxigênio só deve ser realizada, se necessário, para manter a saturação de oxigênio a níveis iguais ou superiores a 95%.	Estabilização ventilatória: SAT (saturação de oxigênio) < 90%.
A indicação de suporte ventilatório e proteção das vias aéreas devem ser cuidadosamente avaliadas, especialmente em pacientes com o nível de consciência reduzido e sintomas neurológicos sugestivos de AVCI do tronco encefálico.	Estabilização ventilatória: SAT (saturação de oxigênio) < 90%.
O paciente com AVC agudo deve ser adequadamente hidratado com solução salina isotônica.	Estabilização hemodinâmica.
Avaliar o possível diagnóstico de diabetes mellitus em pacientes com hiperglicemia no AVC agudo, mesmo que previamente saudável, através do exame de hemoglobina glicosilada.	Coleta de sangue pela equipe de enfermagem (hemograma com plaquetas, TAP, RNI, Na, K, <b>glicemia</b> , ureia e creatinina).
Prevenir e tratar causas adicionais de hiperglicemia.	Manter glicemia < 180mg/dl.
Usar insulina para corrigir a hiperglicemia, visando manter a glicemia entre 80 e 140 mg/dl.	Corrigir caso HGT < 50.
Corrigir prontamente a hipoglicemia (glicemia inferior a 70 mg/dl).	Corrigir caso HGT < 50.
Não reduzir a pressão arterial no AVCI agudo, exceto quando os níveis são extremamente elevados (PAS > 220 mmHg ou PAD > 120 mmHg). Nestes casos, a redução não deve exceder 15% dos valores iniciais da pressão arterial nas primeiras 24 horas.	Monitorização da pressão arterial.
Usar medicação anti-hipertensiva em pacientes com indicação para o tratamento trombolítico, mas com pressão arterial $\geq 185$ mmHg x 110 mmHg antes do início do tratamento.	Manter PA < 180/110 mmHg (nitroprussiato de sódio, metoprolol EV).
Utilizar medicamentos anti-hipertensivos em pacientes com AVC agudo que, mesmo com elevações moderadas de pressão arterial, apresentam outras indicações médicas para tratamento urgente.	Monitorização da pressão arterial.
Não reduzir abruptamente a pressão arterial em AVC agudo.	Monitorização da pressão arterial.

(conclusão)

Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
A pressão arterial deve ser mantida acima de uma pressão arterial média de 90 mmHg. Isto deve ser feito através da administração de fluidos isotônicos, como solução salina, e, quando necessário, expansores de volume e drogas vaso ativas.	Manter PA < 180/110 mmHg (nitroprussiato de sódio, metoprolol EV).
Manter a temperatura axilar abaixo de 37,5 °C.	Manter a temperatura < 37,5°C.
Em casos de hipertermia, investigar as causas infecciosas.	-
A infusão do trombolítico deve ser realizada até 60 minutos a partir da admissão.	-
O monitoramento no leito deve ser realizado até 3 horas a partir da admissão.	-

FONTE: A autora (2016).

Comparados com as diretrizes clínicas, os protocolos assistenciais apresentam informações mais generalizadas. As diretrizes clínicas descrevem o que deve ser feito e como deve ser feito. Por exemplo, a diretriz clínica declara que o paciente com AVC agudo deve ser adequadamente hidratado com solução salina isotônica, já o protocolo assistencial afirma que deve ser feita a estabilização hemodinâmica do paciente, mas não especifica como isso deve ser feito.

É nítido que as diretrizes clínicas para o tratamento de pacientes com AVCI no departamento de emergência são mais completas que os protocolos assistenciais do HMSJ e mais específicas com relação aos tempos de execução de determinadas atividades, entre elas, tempo para avaliação médica (10 minutos), tempo para TC do crânio (25 minutos), tempo para interpretação da TC do crânio (45 minutos), tempo de infusão do trombolítico (60 minutos), disponibilidade de neurologista (15 minutos), disponibilidade de neurocirurgião (2 horas). Já os protocolos assistenciais declaram que determinadas atividades precisam ser realizadas, mas não especificam o tempo para serem feitas.

No Quadro 14, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados sobre as imagens no AVCI agudo.

QUADRO 14 – ANÁLISE COMPARATIVA: IMAGENS NO AVCI AGUDO

Imagens no AVCI agudo	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
Para os pacientes com AVC agudo, recomenda-se uma urgente tomografia computadorizada da cabeça sem contraste ou, alternativamente, uma ressonância magnética craniana com inclusão de sequências de eco de difusão e gradiente.	Após estabilização ventilatória e hemodinâmica, direcionar o paciente diretamente a sala de tomografia e realizar com urgência: tomografia computadorizada do crânio.
Imagens do cérebro devem ser interpretadas por um médico com treinamento validado em tomografia do crânio ou ressonância magnética.	-
O uso de neuroimagem multimodal pode ser útil para a seleção de pacientes para a terapia trombolítica com início dos sintomas com tempo indeterminado ou além de 4 horas e 30 minutos.	-

FONTE: A autora (2016).

Conforme já descrito nessa pesquisa, os protocolos assistenciais são desenvolvidos com base nas evidências científicas da literatura e na experiência do corpo clínico e adaptados aos recursos locais disponíveis. Assim, o recurso disponível no HMSJ para orientar a terapia na fase aguda do acidente vascular cerebral é a TC do crânio, e por isso, não são descritos procedimentos envolvendo a ressonância magnética craniana.

No Quadro 15, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são confrontados sobre a investigação laboratorial.

QUADRO 15 – ANÁLISE COMPARATIVA: INVESTIGAÇÃO LABORATORIAL (continua)

Investigação laboratorial	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
Raio-x do tórax: realizar rotineiramente, mesmo sem evidência de doença cardíaca ou pulmonar.	-
Glicose: em relação aos níveis de glicose, a importância reside na definição se a situação clínica é um AVC ou hipoglicemia, que pode imitá-lo. Valores hiperglicêmicos também são importantes, pois podem indicar o prognóstico desfavorável.	Coleta de sangue pela equipe de enfermagem (hemograma com plaquetas, TAP, RNI, Na, K, <b>glicemia</b> , ureia e creatinina).

(conclusão)

Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
Exames laboratoriais em emergência devem ser rapidamente disponíveis e não podem ser a razão para atrasar o uso de trombolíticos (consenso de especialistas). Assim, é bem estabelecida a exigência, no momento da admissão, de exames, como hemograma completo, glicemia e hemoglobina glicolisada (em casos de hiperglicemia), creatinina, ureia, eletrólitos, gasometria arterial e coagulação, bem como eletrocardiograma e enzimas cardíacas, devido à comorbidade comum de infarto agudo do miocárdio.	Coleta de sangue pela equipe de enfermagem (hemograma com plaquetas, TAP, RNI, Na, K, glicemia, ureia e creatinina).
Exames a serem solicitados na fase sub-aguda: perfil lipídico, sorologia para a doença sífilis e Chagas e, em pacientes jovens, além das já mencionadas, avaliação de doenças auto-imunes, artrite, níveis de homocisteína, pesquisa AVM ( <i>Arteriovenous Malformation</i> ).	-
Exame de CSF ( <i>Cerebrospinal Fluid Analysis</i> ) só é recomendado quando há forte evidência de hemorragia subaracnóide sem sangue evidente na tomografia computadorizada, ou quando a investigação clínica sugere infecção como a causa do déficit.	-
Eletroencefalograma é indicado quando a convulsão é a causa possível para o déficit ou quando há uma complicação do AVC. Pode ser um diagnóstico diferencial do AVC e pode alterar a indicação do tratamento.	-
Há indicação de eletrocardiograma, ecocardiografia transtorácica, monitorização de Holter e enzimas cardíacas para os casos de arritmias cardíacas com suspeita de acidente vascular cerebral embólico, por fibrilação atrial, infarto agudo do miocárdio com disfunção ventricular, falência valvar ou miocardiopatia dilatada, como na doença de Chagas.	-

FONTE: A autora (2016).

Novamente identifica-se que diretrizes clínicas têm as suas especificidades, e os protocolos assistenciais apresentam informações mais generalizadas. Nos protocolos não é abordado o uso rotineiro de raio-x mesmo sem evidência de doença cardíaca ou pulmonar; não são descritos exames para a fase sub-aguda do AVC; não é recomendado o exame CSF (*Cerebrospinal Fluid Analysis*) quando há forte evidência de hemorragia subaracnóide sem sangue evidente na tomografia computadorizada, ou quando a investigação clínica sugere infecção como a causa do déficit; não é indicado eletroencefalograma quando a convulsão é a causa



possível para o déficit ou quando há uma complicação do AVC; e também não são descritos os exames eletrocardiograma, ecocardiografia transtorácica, monitorização de Holter e enzimas cardíacas para os casos de arritmias cardíacas com suspeita de acidente vascular cerebral embólico, por fibrilação atrial, infarto agudo do miocárdio com disfunção ventricular, falência valvar ou miocardiopatia dilatada.

No Quadro 16, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são confrontados sobre a trombólise intravenosa.

QUADRO 16 – ANÁLISE COMPARATIVA: TROMBÓLISE INTRAVENOSA

Trombólise intravenosa	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
O rt-PA (trombolítico) intravenoso é recomendado dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVC isquêmico	Se a tomografia de crânio apresentar os resultados: ausência de sangramento ou normal, sinais de isquemia: ASPECTS > 7 + NIHSS ≥ 4 e hipodensidade < 1/3 ACM + NIHSS ≤ 8, iniciar protocolo de trombólise endovenosa com rt-PA + sonotrombólise exceto se escala TIBI ( <i>thrombolysis in brain ischemia</i> ) 5, <b>se &lt; 4,5 horas do íctus.</b>
A estreptoquinase não é recomendada para o tratamento do AVC	Cita o tratamento com rt-PA.
Seguir rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão para o tratamento trombolítico	Seguir rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão para o tratamento trombolítico
O uso de neuroimagem multimodal pode ser útil para seleção de pacientes para terapia trombolítica com início dos sintomas com tempo indeterminado ou além das 4 horas e 30 minutos	-
A telemedicina pode ser utilizada para orientação da trombólise em centros sem especialista.	-
A trombólise deve ser realizada em leito monitorado na sala de emergência ou, preferencialmente, em unidades de AVC.	Manter o paciente na Unidade de AVC por 72 horas.

FONTE: A autora (2016).

Para trombólise intravenosa, os protocolos do HMSJ seguem as recomendações das diretrizes clínicas. Apesar de não descrito nos protocolos assistenciais é de conhecimento de toda a equipe clínica que o uso da TC do crânio

é útil para seleção de pacientes para terapia trombolítica com início dos sintomas com tempo indeterminado ou além das 4 horas e 30 minutos. Os protocolos não citam o uso da telemedicina, uma vez que o HMSJ possui vários especialistas em AVC.

No Quadro 17, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados quanto aos critérios de inclusão para trombólise endovenosa.

QUADRO 17 – ANÁLISE COMPARATIVA: CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA TROMBÓLISE ENDOVENOSA

Critérios de inclusão para trombólise intravenosa	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
AVCI em qualquer território encefálico.	AVCI tanto em território vértebro basilar como de circulação anterior.
Possibilidade de se iniciar a infusão do rt- PA dentro de 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas (para isso, o horário do início dos sintomas deve ser precisamente estabelecido. Caso os sintomas forem observados ao acordar, deve-se considerar o último horário no qual o paciente foi observado normal).	Início dos sintomas menor do que 4,5 horas. Quando não se pode precisar o início dos sintomas (exemplo: paciente acorda com o déficit) está contra indicado.
Tomografia computadorizada do crânio ou ressonância magnética sem evidência de hemorragia.	Ausência de achados tomográficos sugestivos de infarto recente “major” como: edema, efeito de massa, sangramento.
Idade superior a 18 anos.	Acima de 18 anos de idade.

FONTE: A autora (2016).

Os protocolos do HMSJ seguem os critérios de inclusão das diretrizes clínicas para trombólise endovenosa.

No Quadro 18, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados quanto aos critérios de exclusão para trombólise.

QUADRO 18 – ANÁLISE COMPARATIVA: CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO PARA TROMBÓLISE ENDOVENOSA

Critérios de exclusão para trombólise intravenosa	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
Uso de anticoagulantes orais com tempo de pró-trombina (TP) > 15 segundos (RNI > 1,7).	Uso de anticoagulantes orais ou TAP acima de 15" (* RNI acima de 1,7).
Uso de heparina nas últimas 48 horas com TTPa (Tempo de Ativação Parcial da Tromboplastina) elevado.	Uso de heparina nas últimas 48 horas.
AVCI ou traumatismo crânio-encefálico grave nos últimos 3 meses.	AVC ou TCE grave nos últimos 3 meses.
História pregressa de alguma forma de hemorragia intracraniana ou de malformação vascular cerebral.	-
Tomografia computadorizada do crânio com hipodensidade precoce igual ou maior do que um terço do território da artéria cerebral média.	-
PAS >=185 mmHg ou PAD >=110 mmHg (em 3 ocasiões, com 10 minutos de intervalo) refratária ao tratamento anti-hipertensivo.	PAS >185 mmHg ou PAD >110 mmHg, não controlável.
Melhora rápida e completa dos sinais e sintomas no período anterior ao início da trombólise.	AVCI com rápida melhora neurológica.
Déficits neurológicos leves (sem repercussão funcional significativa).	AVCI com pouca sintomatologia (< 4 pontos na escala NIHSS), exceto afasia ou hemianopsia homônima.
Cirurgia de grande porte ou procedimento invasivo dentro das últimas 2 semanas.	Cirurgia de grande porte nos últimos 14 dias.
Hemorragia geniturinária ou gastrointestinal (nas últimas 3 semanas), ou história de varizes esofagianas.	Sangramento gastrointestinal ou urinário nos últimos 21 dias.
Punção arterial em local não compressível na última semana.	Punção arterial em sítio não-compressível nos últimos 7 dias.
Coagulopatia com TP prolongado (RNI>1,7), TTPa elevado, ou plaquetas <100.000/mm <sup>3</sup> .	Plaquetas abaixo de 100.000/mm <sup>3</sup> .
Glicemia < 50 mg/dl com reversão dos sintomas após a correção.	Glicemia < 50 mg/dl ou > 400 mg/dl.
Evidência de endocardite ou êmbolo séptico, gravidez.	-
Infarto do miocárdio recente (3 meses).	Infarto do miocárdio recente (controverso).
Suspeita clínica de hemorragia subaracnóide ou dissecação aguda de aorta.	-

FONTE: A autora (2016).

Para trombólise intravenosa, os protocolos do HMSJ adotam a maioria dos critérios de exclusão das diretrizes clínicas. Apenas as seguintes recomendações não foram identificadas nos protocolos assistenciais: história pregressa de alguma forma de hemorragia intracraniana ou de malformação vascular cerebral, tomografia computadorizada do crânio com hipodensidade precoce igual ou maior do que um terço do território da artéria cerebral média, evidência de endocardite ou êmbolo séptico e gravidez, e suspeita clínica de hemorragia subaracnóide ou dissecção aguda de aorta.

No Quadro 19, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados sobre a trombólise intra-arterial.

QUADRO 19 – ANÁLISE COMPARATIVA: TROMBÓLISE INTRA-ARTERIAL

Trombólise intra-arterial	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
A terapia trombolítica intra-arterial é uma opção de tratamento para pacientes selecionados com AVCI com tempo inferior a 6 horas de duração, decorrente de oclusão da artéria cerebral média, carótida ou basilar e a droga utilizada, por extrapolação dos estudos de trombólise endovenosa, é o rt-PA.	-
O tratamento requer que o paciente esteja em um centro capacitado, com intervencionistas experientes em tratamento cerebrovascular e que possibilite um rápido acesso ao laboratório de hemodinâmica.	-
A terapia trombolítica intra-arterial pode ser considerada em pacientes que apresentam contra-indicações para o uso de trombolítico intravenoso.	-
A terapia trombolítica intravenosa, em casos elegíveis, não deve ser preterida em relação à terapia trombolítica intra-arterial.	-
A terapia trombolítica intra-arterial é recomendada na oclusão aguda da artéria basilar em pacientes selecionados.	-

FONTE: A autora (2016).

Apesar dos protocolos assistenciais serem intitulados como atendimento dos pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, no corpo dos protocolos só é especificado o tratamento endovenoso. Não são descritos os procedimentos para trombólise intra-arterial.

No Quadro 20, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são comparados sobre a trombólise combinada.

QUADRO 20 – ANÁLISE COMPARATIVA: TROMBÓLISE COMBINADA

Trombólise combinada (intravenosa e intra-arterial)	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
O uso da trombólise combinada não apresenta nível de evidência suficiente para ser recomendado como primeira linha.	-
Pacientes submetidos à trombólise combinada preferencialmente devem ser estudados em ensaios clínicos controlados.	-
Em casos individuais com alto risco de sequelas permanentes e oclusão arterial persistente, a trombólise combinada pode ser oferecida a pacientes mediante consentimento informado.	-

FONTE: A autora (2016).

Novamente, apesar dos protocolos assistenciais serem intitulados como atendimento dos pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, no corpo dos protocolos só é especificado o tratamento endovenoso. Provavelmente ainda não foram descritos procedimentos para trombólise combinada (intravenosa e intra-arterial), por este método não apresentar nível de evidência suficiente para ser recomendado como primeira linha e também pelo fato de os pacientes submetidos à trombólise combinada preferencialmente devem ser estudados em ensaios clínicos controlados.

No Quadro 21, as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais são colacionados sobre a trombólise mecânica.

QUADRO 21 – ANÁLISE COMPARATIVA: TROMBÓLISE MECÂNICA

Trombólise mecânica (trombectomia)	
Diretrizes clínicas	Protocolos assistenciais
Embora o dispositivo MERCI (recanalização arterial obtida através de um dispositivo que remove o trombo da luz das artérias ocluídas) seja uma intervenção aceitável para remoção de um trombo intra-arterial em pacientes cuidadosamente selecionados, a sua utilidade em melhorar o prognóstico dos pacientes após AVC é incerta.	-
Outros dispositivos disponíveis no Brasil podem ser utilizados para trombectomia com o objetivo de reperfusão no AVCI agudo em pacientes com oclusão de grandes vasos até 8 horas do início dos sintomas e que forem inelegíveis para trombólise intravenosa ou naqueles em que a trombólise intravenosa falhou.	-

FONTE: A autora (2016).

Apesar dos protocolos assistenciais serem intitulados como atendimento dos pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, no corpo dos protocolos só é especificado o tratamento endovenoso. Provavelmente ainda não foram descritos procedimentos para trombólise mecânica (trombectomia) por essa técnica estar em período de avaliação em novos estudos clínicos.

#### 4.2.2 Análise Quantitativa

Nessa seção, foi usada a mineração de processos para descobrir o modelo do processo real (*log* de eventos) para o atendimento e tratamento de pacientes com AVC com o auxílio do *software* Disco. E também foi usada a mineração de processos para comparar os modelos do processo esperado (protocolos assistenciais) e de referência (diretrizes clínicas) com o modelo do processo real (*log* de eventos), por meio dos *plug-ins* *LTL-Checker* e *Performance Sequence Diagram Analysis* e métrica *fitness* de análise de conformidade.

#### 4.2.2.1 Descoberta do modelo do processo real

O foco desse tópico é descobrir o modelo do processo real, capaz de descrever o comportamento fidedigno do processo, ou seja, delinear os passos típicos realizados dentro do processo de atendimento e tratamento de pacientes com AVC, internados no Hospital Municipal São José, entre o período Janeiro de 2012 e Outubro de 2016.

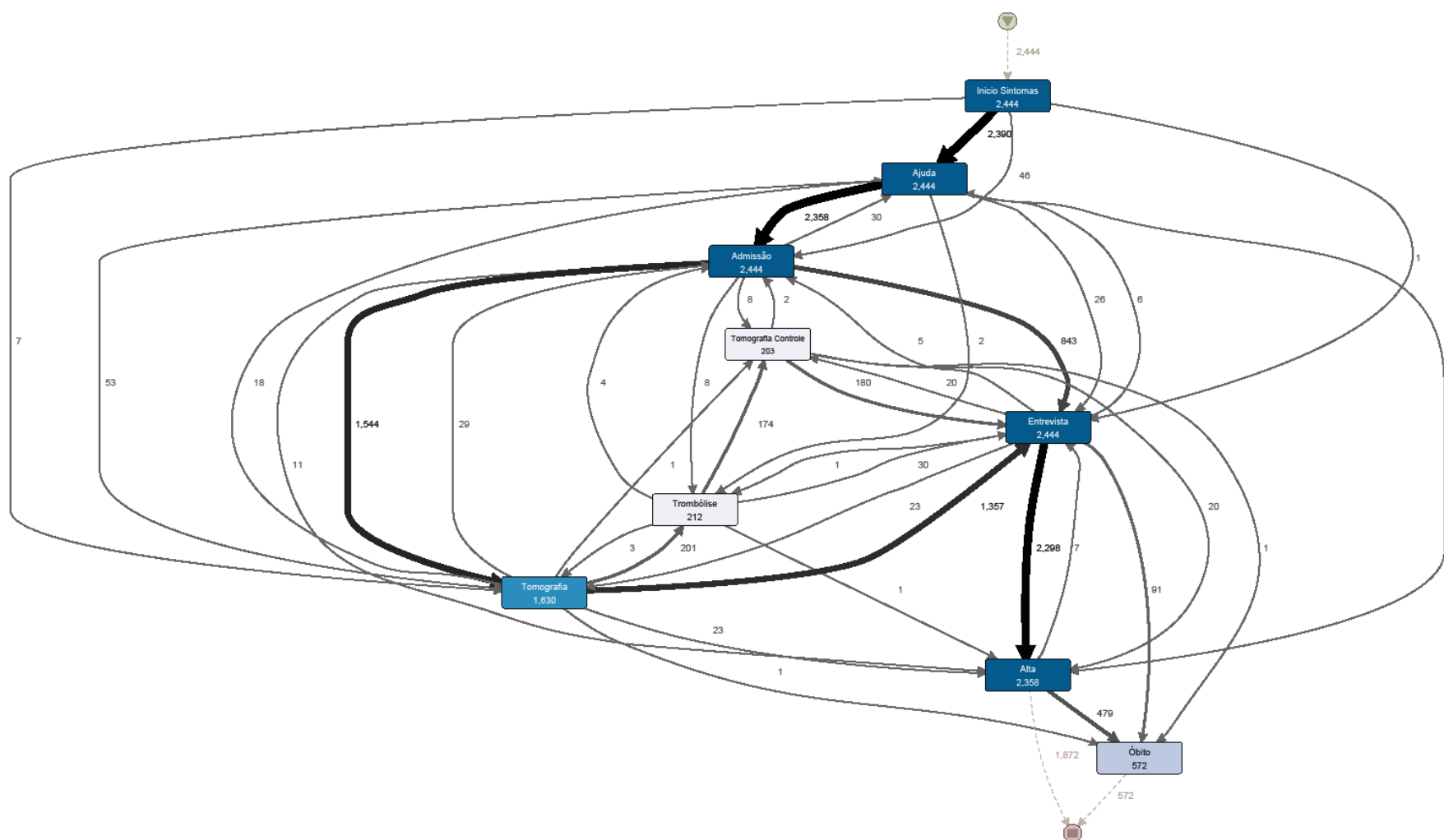
A descoberta de um modelo de processo analisa as dependências entre as suas tarefas. Que tarefas precedem outras? Existem tarefas simultâneas? Existem laços? Em suma, qual é o modelo de processo que resume o fluxo seguido pela maioria ou todos os casos no *log*? Esta informação é importante para dar um *feedback* sobre como as atividades estão realmente sendo executadas no centro hospitalar.

No *software* Disco, com o algoritmo fuzzy de mineração de processos, obteve-se o modelo do processo real, com 100% das atividades e 100% dos caminhos clínicos, conforme apresentado na Figura 29.

As caixas representam os eventos descobertos no modelo do processo real, tais como, início dos sintomas, ajuda, admissão, tomografia, trombólise, tomografia controle, entrevista, alta e óbito. E os números representam a quantidade de vezes em que o evento ocorreu. Por exemplo, o evento “*Início Sintomas*” ocorreu 2.444 vezes, assim como os eventos ajuda, admissão, e entrevista. Já os eventos: tomografia ocorreu 1.630 vezes, trombólise 212 vezes, tomografia controle 203 vezes, alta 2.358 vezes e óbito 572 vezes.

As linhas representam os percursos clínicos seguidos pelos pacientes. As linhas mais grossas representam os percursos clínicos mais frequentes, já as linhas mais finas representam os caminhos clínicos menos frequentes. Dessa forma, nota-se que o trajeto mais frequente é: início dos sintomas, ajuda, admissão, tomografia, entrevista e alta.

FIGURA 29 – MODELO DO PROCESSO REAL OBTIDO PELO SOFTWARE DISCO



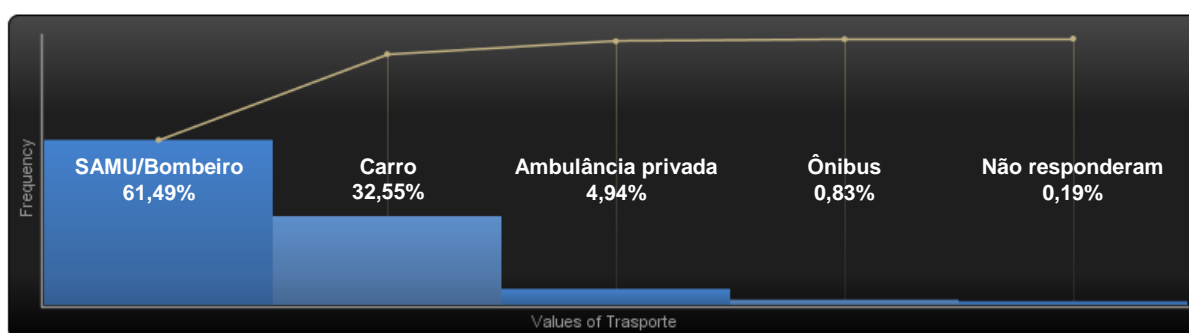
FONTE: A autora (2016).



O primeiro evento é o “*Início Sintomas*” com 2.444 instâncias. Os sinais mais comuns do acidente vascular cerebral são: diminuição da força muscular com dificuldade para levantar um dos braços; ausência ou diminuição da movimentação de um lado do rosto (sorriso torto) e alteração na fala de forma repentina (fala confusa). Outros sinais que podem estar presentes são: dificuldade repentina para enxergar com um ou ambos os olhos; fraqueza na perna e dificuldade de caminhar, perda de equilíbrio e coordenação; dor de cabeça intensa sem causa conhecida e confusão mental (OLIVEIRA, 2013).

Após o início dos sintomas, o paciente pede “Ajuda”, ou seja, pede socorro para um familiar, vizinho, amigo, bombeiro, ambulância e etc. Então o paciente é transportado para um centro hospitalar. A base de dados mostra os meios de transporte usados pelos pacientes para chegar até a unidade médica: ambulância privada, carro (próprio/amigo/táxi), ônibus ou SAMU/Bombeiro. Conforme apresentado na Figura 30, 61,49% dos pacientes com suspeitas de AVC chegaram ao Hospital Municipal São José por meio do recurso SAMU/Bombeiro, 32,55% chegaram de carro, 4,94% de ambulância privada e 0,83% de ônibus.

FIGURA 30 – TRANSPORTE

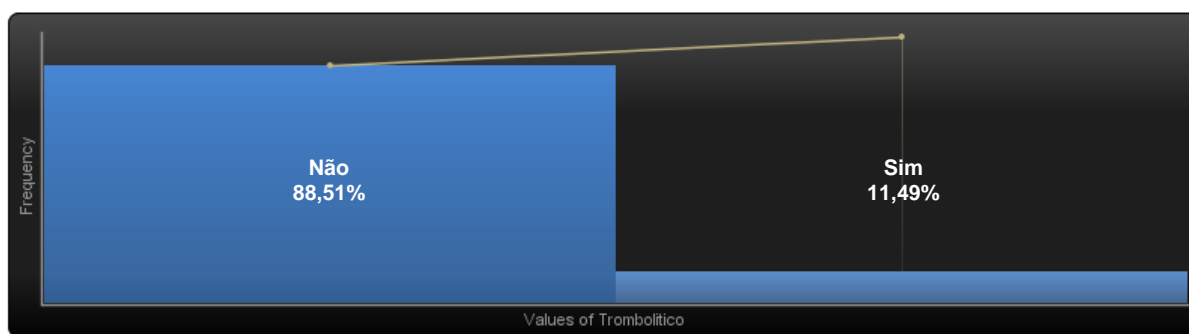


FONTE: A autora (2016).

Depois de transportado, o paciente é admitido no hospital. Ao ser admitido, o enfermo é submetido aos exames para tratamento de pacientes com AVC, conforme descrito nas diretrizes clínicas e protocolos assistenciais. Entre todos os exames recomendados, a tomografia computadorizada do crânio é a mais importante, pois conforme descrito nas diretrizes clínicas e protocolos assistenciais os exames de neuroimagem são essenciais na avaliação de emergência e orientam sobre qual terapia o paciente será submetido na fase aguda do acidente vascular cerebral.

Em seguida, se o paciente estiver dentro dos critérios de inclusão das diretrizes para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – parte II e dos protocolos assistenciais do HMSJ, é feita a administração do ativador do plasminogênio tecidual (rt-PA), também conhecido como trombolítico ou alteplase. A idéia fundamental desta terapia é a desobstrução da artéria antes que haja um grau de lesão tecidual irreversível. Na base de dados, apenas 11,49% dos pacientes usaram o medicamento (Figura 31).

FIGURA 31 – TROMBOLÍTICO



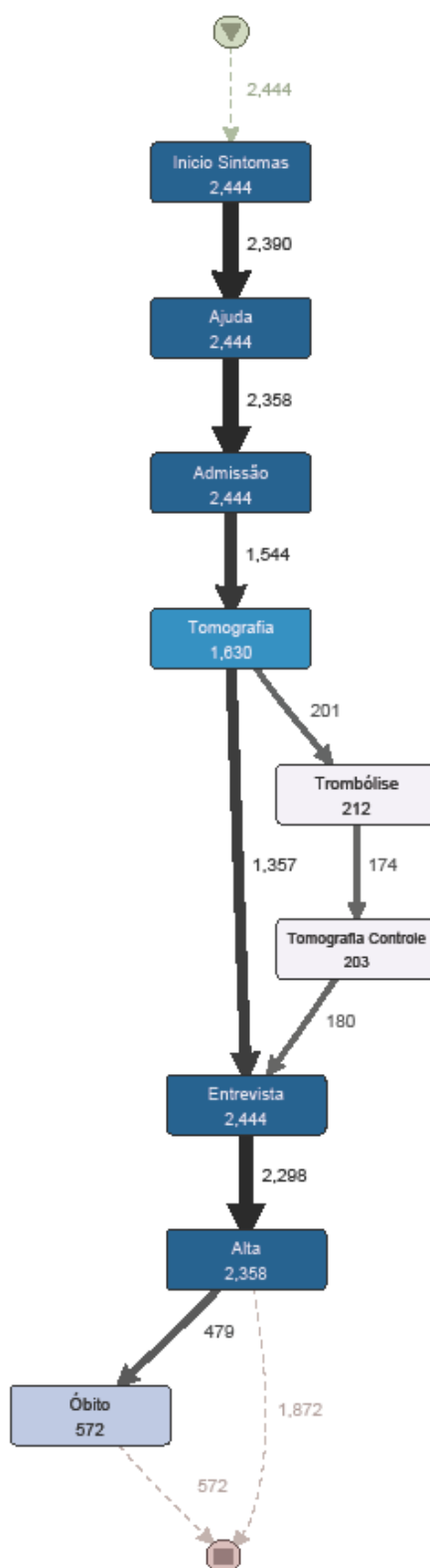
FONTE: A autora (2016).

Os pacientes que fizeram o uso do trombolítico devem fazer uma tomografia computadorizada do crânio para controle, pois complicações hemorrágicas pelo uso de trombolítico ocorrem mais frequentemente nas primeiras 24 horas da terapia. Por isso é importante ficar alerta para deterioração neurológica, náuseas, vômitos, cefaléia, piora do nível de consciência e elevação abrupta da pressão arterial. Dessa forma, nestas situações, uma das recomendações é submeter o paciente a tomografia computadorizada de crânio (tomografia computadorizada do crânio para controle) para a confirmação do diagnóstico de sangramento.

O fluxo do percurso clínico finaliza com a entrevista com o paciente ou familiar, seguido de alta ou óbito.

O *software* Disco permite filtrar os caminhos mais frequentes seguidos pelos pacientes, conforme descrito acima. Dessa forma, a Figura 32 mostra o modelo de processo com 100% das atividades, mas apenas com os percursos clínicos mais frequentes realizados pelos pacientes: início dos sintomas, ajuda, admissão, tomografia, trombólise, tomografia controle, entrevista, alta e/ou óbito.

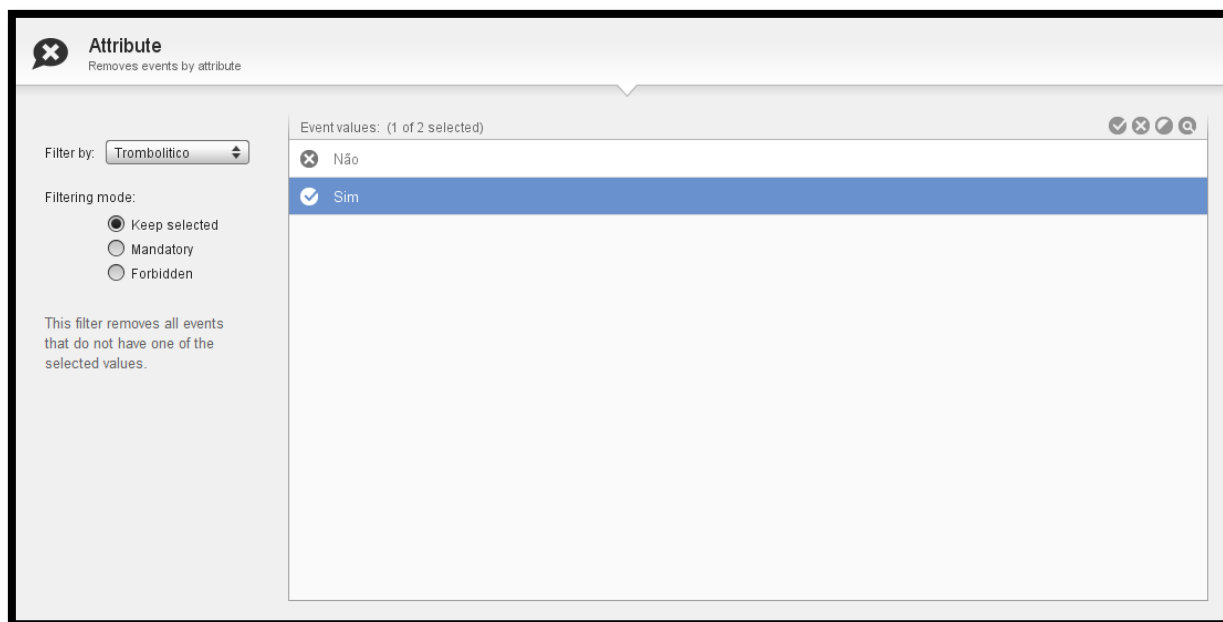
FIGURA 32 – MODELO DO PROCESSO REAL OBTIDO PELO SOFTWARE DISCO: CAMINHOS MAIS FREQUENTES SEGUIDOS PELOS PACIENTES



FONTE: A autora (2016).

Como o propósito dessa pesquisa é avaliar os processos de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI, elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica, do Hospital Municipal São José, foi realizado mais um filtro no *software* Disco, mantendo apenas os pacientes que fizeram o uso do trombolítico (Figura 33).

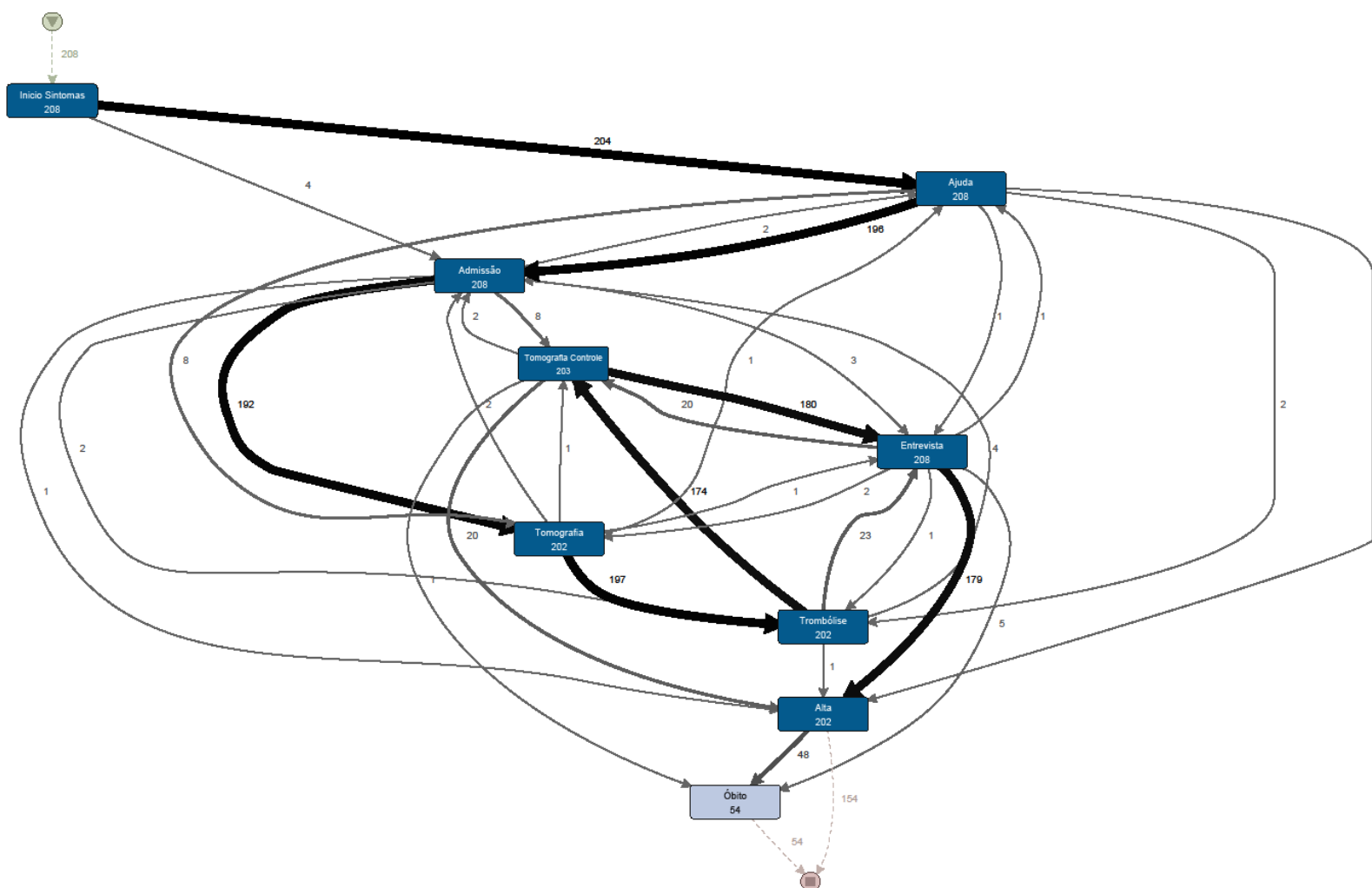
FIGURA 33 – FILTRO PARA PACIENTES QUE USARAM TROMBOLÍTICO



FONTE: A autora (2016).

Após o filtro, também por meio do *software* Disco, foi possível obter o modelo do processo real para os pacientes que usaram o trombolítico. A Figura 34 mostra o modelo do processo real com 100% das atividades e 100% dos percursos clínicos. Assim como na Figura 29, as caixas representam os eventos descobertos no modelo do processo real, e os números representam a quantidade de vezes em que o evento ocorreu. Nessa análise, o evento “*Início Sintomas*” ocorreu 208 vezes, assim como os eventos ajuda, admissão, e entrevista. Já os eventos: tomografia ocorreu 202 vezes, trombólise 202 vezes, tomografia controle 203 vezes, alta 202 vezes e óbito 54 vezes. As linhas representam os percursos clínicos seguidos pelos pacientes.

FIGURA 34 – MODELO DO PROCESSO REAL OBTIDO PELO SOFTWARE DISCO: PACIENTES QUE USARAM O TROMBOLÍTICO

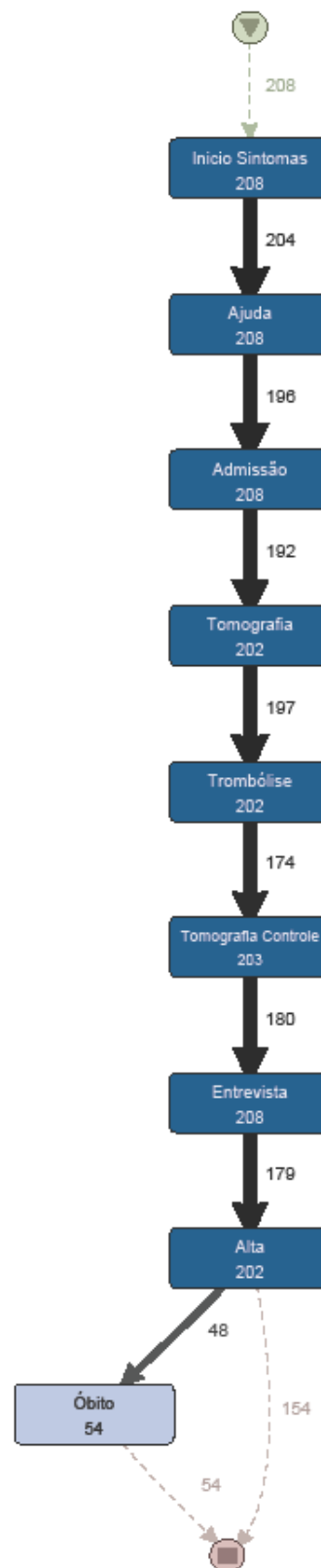


FONTE: A autora (2016).

Como o *software* Disco permite filtrar os caminhos mais frequentes seguidos pelos pacientes, obteve-se também a Figura 35, que mostra o modelo do processo real para os pacientes que usaram trombolítico, com 100% das atividades, mas apenas com os percursos clínicos mais frequentes realizados pelos pacientes: início dos sintomas, ajuda, admissão, tomografia, trombólise, tomografia controle, entrevista, alta e óbito.

As análises de conformidade apresentadas a seguir, foram realizadas com base no modelo do processo real exposto na Figura 35.

FIGURA 35 – MODELO DO PROCESSO REAL OBTIDO PELO *SOFTWARE DISCO*: CAMINHOS MAIS FREQUENTES SEGUIDOS PELOS PACIENTES QUE USARAM TROMBOLÍTICO



FONTE: A autora (2016).

#### 4.2.2.2 Análises de conformidade

Eventos específicos do modelo do processo esperado (protocolos assistenciais) e do modelo do processo de referência (diretrizes clínicas), são comparados ao modelo do processo real (*log* de eventos) por meio do algoritmo de conformidade *LTL-Checker* e também pelo *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*. E através da métrica *fitness* de análise de conformidade, disponível no *software* quantitativo ProM, são confrontados os modelos do processo esperado e de referência com o modelo do processo real.

#### **Diretrizes clínicas x processo real**

A primeira análise quantitativa comparou o processo de referência (diretrizes clínicas) com o processo real (*log* de eventos).

##### a) Tomografia computadorizada do crânio

No departamento de emergência, o procedimento “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Isquêmico – Parte I” declara que a tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada no tempo máximo de 25 minutos a partir da admissão do paciente em uma unidade de tratamento (Quadro 8).

Analisando o modelo do processo real para os pacientes que administraram trombolítico, conforme apresentado na Figura 35, constatou-se que o tempo médio para executar a tomografia computadorizada do crânio (TC) no paciente, a partir da admissão hospitalar, é de 36,9 minutos (Figura 36). Concluiu-se então que existe uma não conformidade com relação à diretriz clínica.



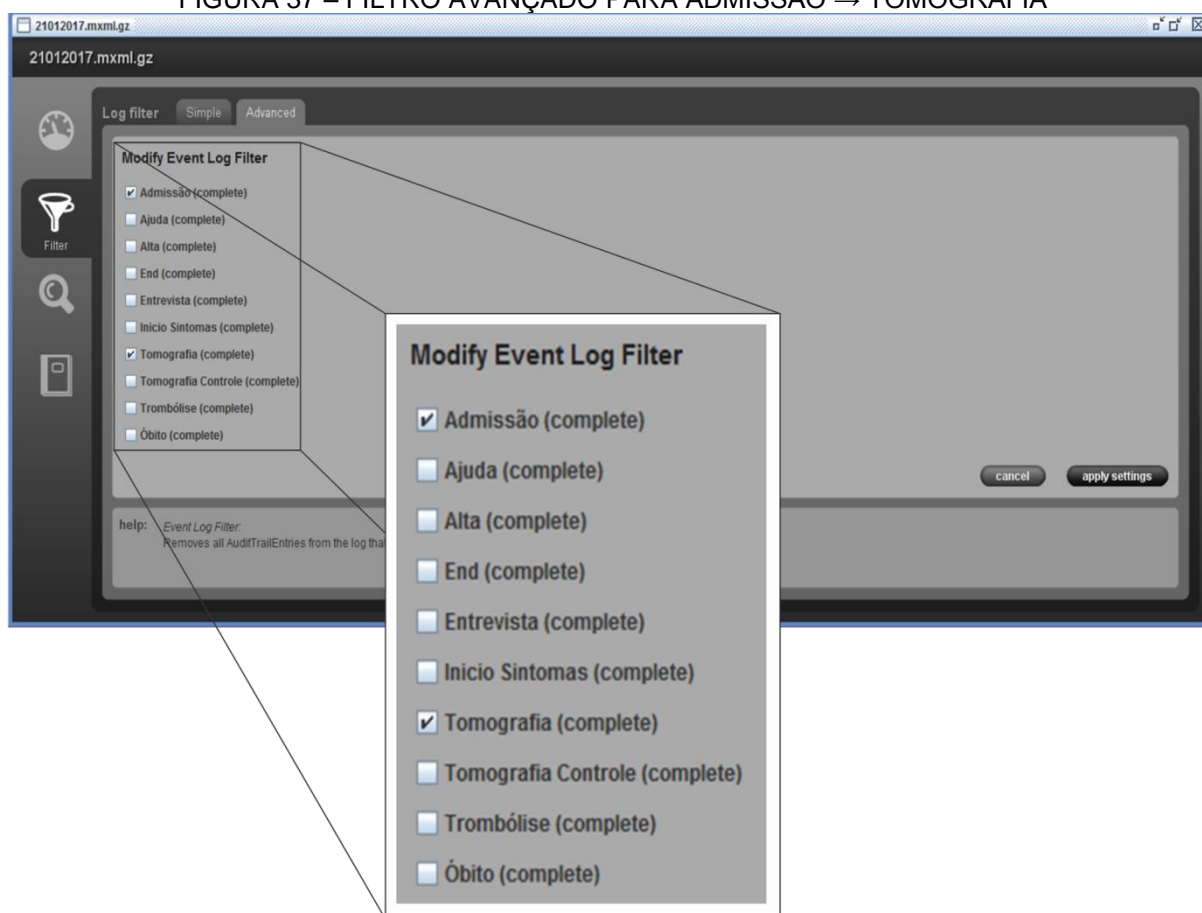
FIGURA 36 – TEMPO MÉDIO: TC DO CRÂNIO A PARTIR DA ADMISSÃO



FONTE: A autora (2016).

A investigação realizada na Figura 36 é pouco profunda, pois mostra o tempo médio de todos os casos para a realização da TC do crânio a partir da admissão, porém não apresenta quais e quantos casos estão em conformidade ou não com as diretrizes clínicas. Dessa forma, para detalhar o resultado obtido, foi aplicado um filtro avançado para analisar os prontuários dos pacientes que passaram pelas atividades *Admissão → Tomografia* (Figura 37).

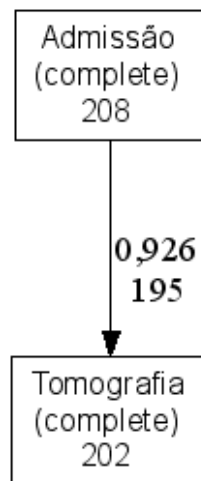
FIGURA 37 – FILTRO AVANÇADO PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA



FONTE: A autora (2016).

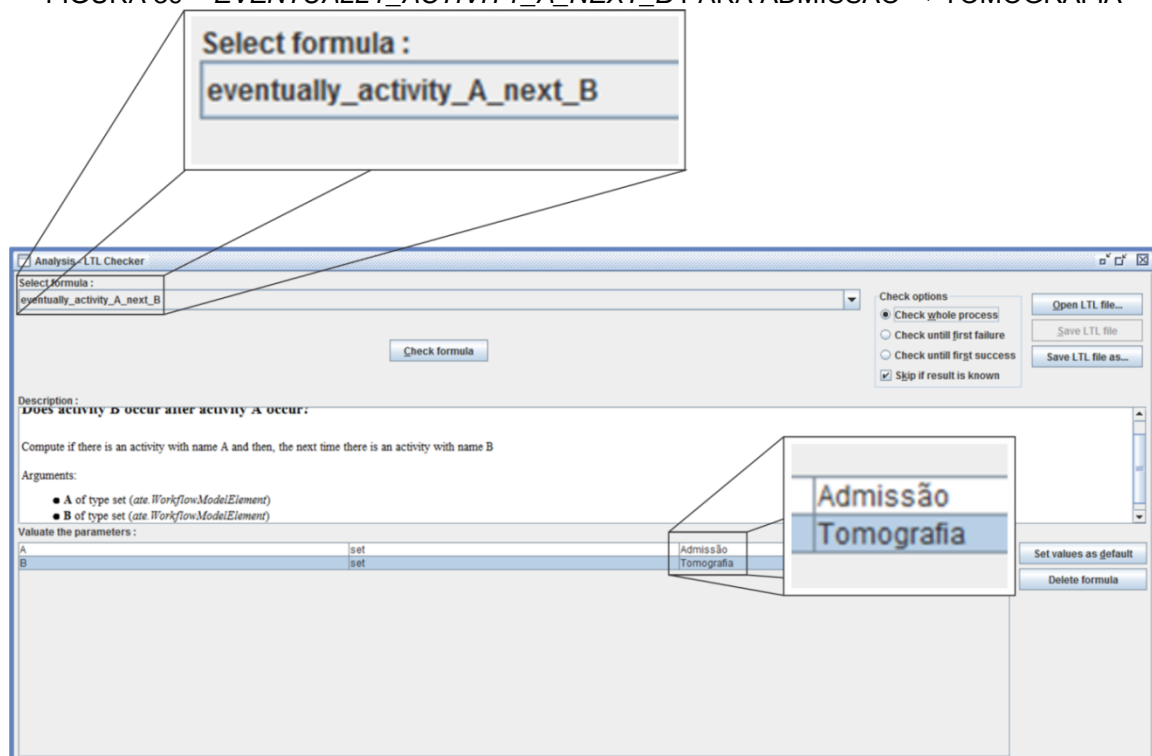
Em seguida, através do algoritmo *Heuristic Miner*, obteve-se o modelo do processo de acordo com as atividades selecionadas no filtro avançado (Figura 38). Assim, observa-se que o evento *admissão* ocorreu 208 vezes, o evento *tomografia* 202 vezes e a sequência *Admissão → Tomografia* 195 vezes.

O número 0,926 que rotula o arco na rede causal apresentado na Figura 38, mostra a relação de dependência entre os eventos *Admissão → Tomografia*. Assim, quanto mais próximo de 1 for esse valor, maior a relação de dependência ou causalidade. Nesse caso, essa relação é próxima a 1, então é muito provável que após ocorrer o evento *Admissão* ocorra o evento *Tomografia*, e muito improvável que a *Tomografia* seja seguida do evento *Admissão*.

FIGURA 38 – ALGORITMO *HEURISTIC MINER* PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA

FONTE: A autora (2016).

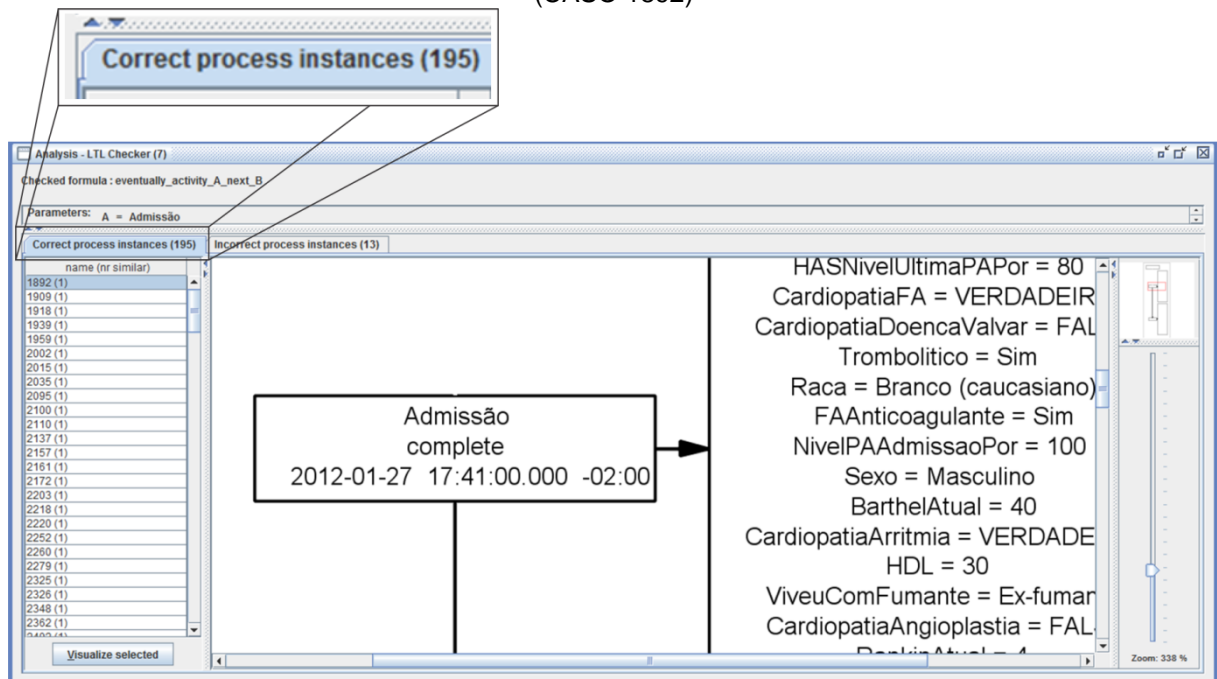
Para ter a certeza de que seriam avaliados apenas os prontuários dos pacientes que passaram sequencialmente, porém não necessariamente diretamente, pelas atividades *Admissão* → *Tomografia*, foi usado o algoritmo de análise de conformidade em mineração de processos, *LTL-Checker*. Nesse *plug-in*, foi selecionada a regra *eventually\_activity\_A\_next\_B*, consistindo em A na atividade *Admissão* e B na atividade *Tomografia* (Figura 39).

FIGURA 39 – *EVENTUALLY\_ACTIVITY\_A\_NEXT\_B* PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA

FONTE: A autora (2016).

Ao ativar o *plug-in LTL-Checker*, foram identificadas 195 instâncias que executam sequencialmente as atividades *Admissão* → *Tomografia* (instâncias de processo corretas), e 13 instâncias que não seguem esse percurso (instâncias de processo incorretas). Por exemplo, para o case 1892 localizado na coluna de instâncias de processo corretas, o horário da admissão do paciente foi às 17:41 horas e a tomografia computadorizada do crânio às 18:05 horas (Figura 40). Dessa forma foi constatado que o algoritmo de conformidade está analisando apenas as instâncias que realizam as atividades na sequência *Admissão* → *Tomografia*.

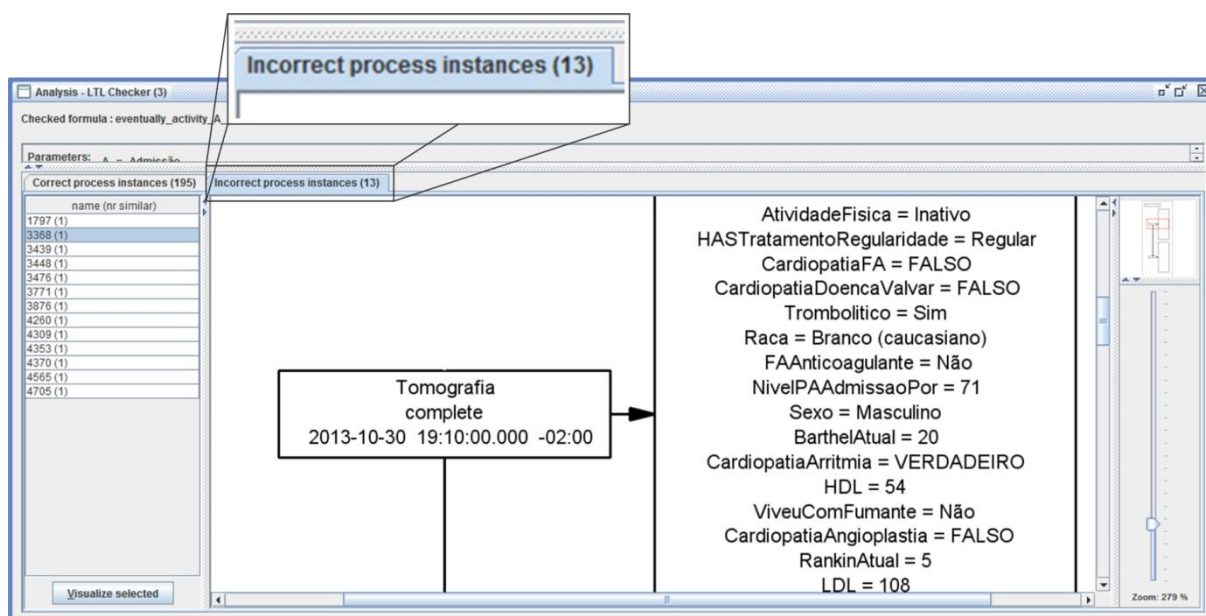
FIGURA 40 – INSTÂNCIAS DE PROCESSO CORRETAS PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA (CASO 1892)



FONTE: A autora (2016).

Para obter a prova real, foram analisadas as 13 instâncias que não seguem na sequência as atividades *Admissão* → *Tomografia*. Para o case 3368 localizado na coluna de instâncias de processo incorretas, aparece a atividade ajuda às 19:00 horas e em seguida as atividades: tomografia às 19:10 horas, trombólise às 20:20 horas, e admissão às 07:52 do dia seguinte (Figura 41), ou seja, o paciente não segue a sequência *Admissão* → *Tomografia*, logo, não está em conformidade com o padrão estabelecido na regra.

FIGURA 41 – INSTÂNCIAS DE PROCESSO INCORRETAS PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA (CASO 3368)



FONTE: A autora (2016).

As 13 instâncias que não seguem a sequência já mencionada foram analisadas individualmente. O Quadro 22 mostra os 13 casos excluídos da análise por não seguirem na sequência as atividades *Admissão* → *Tomografia*, e o percurso clínico realizado por esses casos.

QUADRO 22 – CASOS EXCLUÍDOS DA ANÁLISE ADMISSÃO → TOMOGRAFIA

(continua)

Cases excluídos		
Número	Case	Percurso
1	1797	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Entrevista → Alta → Óbito
2	3368	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
3	3439	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
4	3448	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
5	3476	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Tomografia Controle → Admissão → Entrevista → Alta
6	3771	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta → Óbito

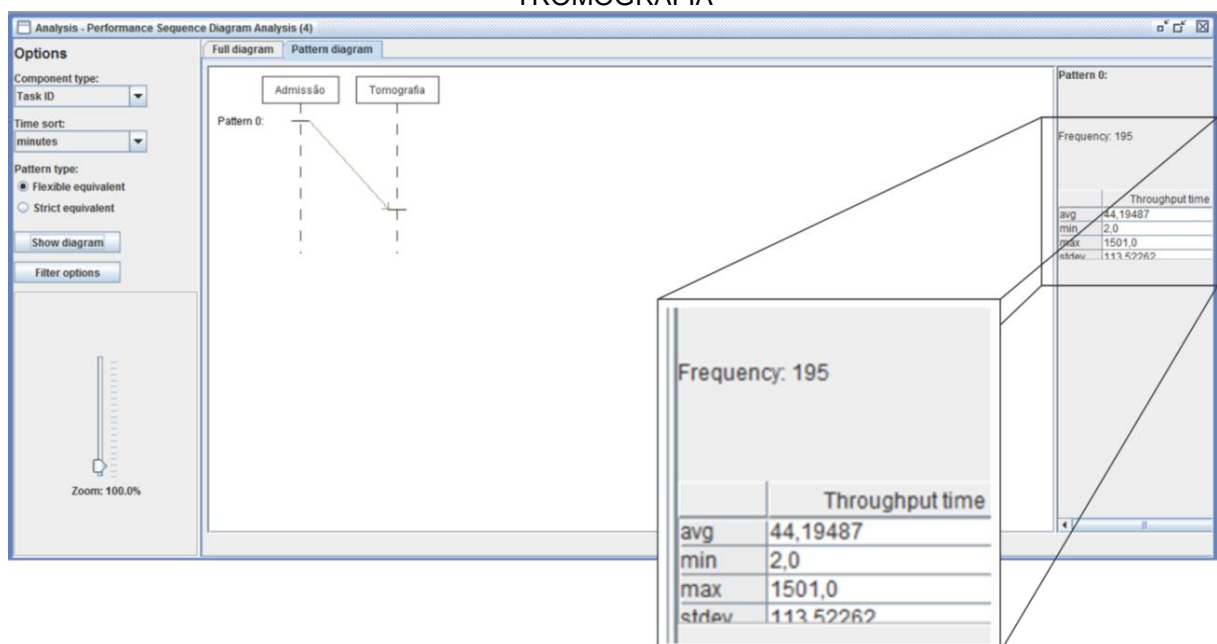
(conclusão)

Número	Case	Percurso
7	3876	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
8	4260	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Admissão → Trombólise → Tomografia Controle → Entrevista → Alta → Óbito
9	4309	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
10	4353	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
11	4370	Início dos Sintomas → Ajuda → Entrevista → Tomografia → Trombólise → Tomografia Controle → Admissão → Alta → Óbito
12	4565	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
13	4705	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta

FONTE: A autora (2016).

Com o auxílio do *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, os 195 casos selecionados pelo algoritmo *LTL-Checker* foram analisados com relação ao tempo entre as atividades *Admissão* → *Tomografia* (Figura 42). O algoritmo mostra que o tempo médio entre as atividades *Admissão* → *Tomografia* é de 44,19487 minutos, tempo mínimo de 2 minutos, tempo máximo de 1.501 minutos (aproximadamente 25 horas) e desvio padrão de 113,52262 minutos (Figura 42).

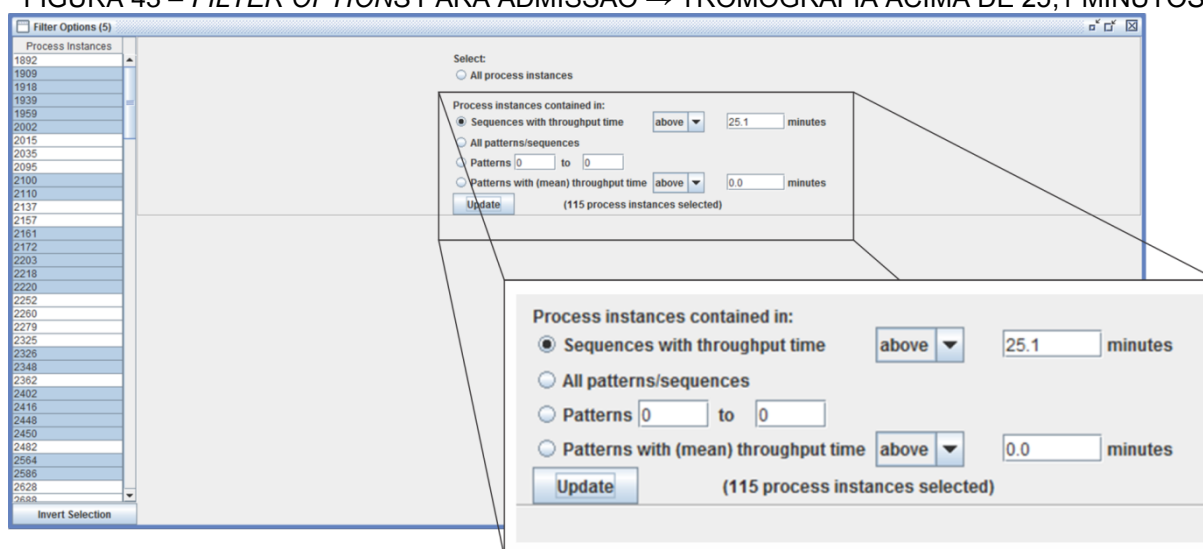
FIGURA 42 – *PLUG-IN PERFORMANCE SEQUENCE DIAGRAM ANALYSIS* PARA ADMISSÃO → TROMOGRAFIA



FONTE: A autora (2016).

Em *Filter Options*, no *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Admissão* → *Tomografia* acima de 25,1 minutos fossem selecionadas. Na Figura 43, observa-se que dos 195 casos analisados, 115 estão acima do tempo estipulado.

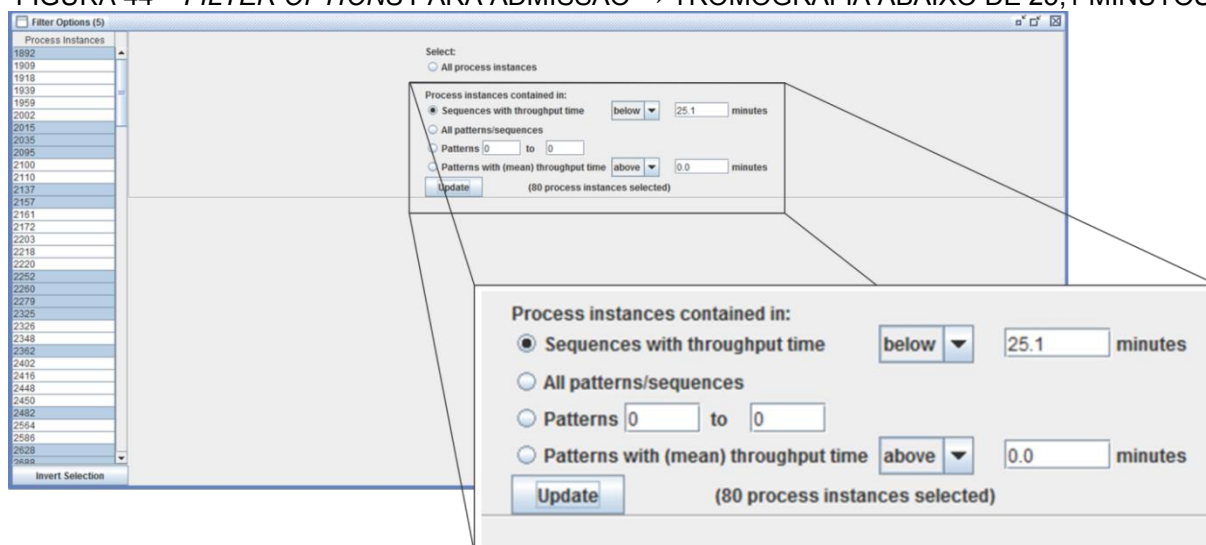
FIGURA 43 – *FILTER OPTIONS* PARA ADMISSÃO → TROMOGRAFIA ACIMA DE 25,1 MINUTOS



FONTE: A autora (2016).

Ainda no *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, também em *Filter Options*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Admissão* → *Tomografia* abaixo de 25,1 minutos fossem selecionadas. Na Figura 44, observa-se que dos 195 casos analisados, 80 estão abaixo do tempo estipulado. Dessa forma, 41,03% dos casos estão em conformidade com as “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Isquêmico – Parte I” que declara que a tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada no tempo máximo de 25 minutos a partir da admissão do paciente em uma unidade de tratamento e 58,97% dos casos não em conformidade com as diretrizes clínicas.

FIGURA 44 – FILTER OPTIONS PARA ADMISSÃO → TROMOGRAFIA ABAIXO DE 25,1 MINUTOS



FONTE: A autora (2016).

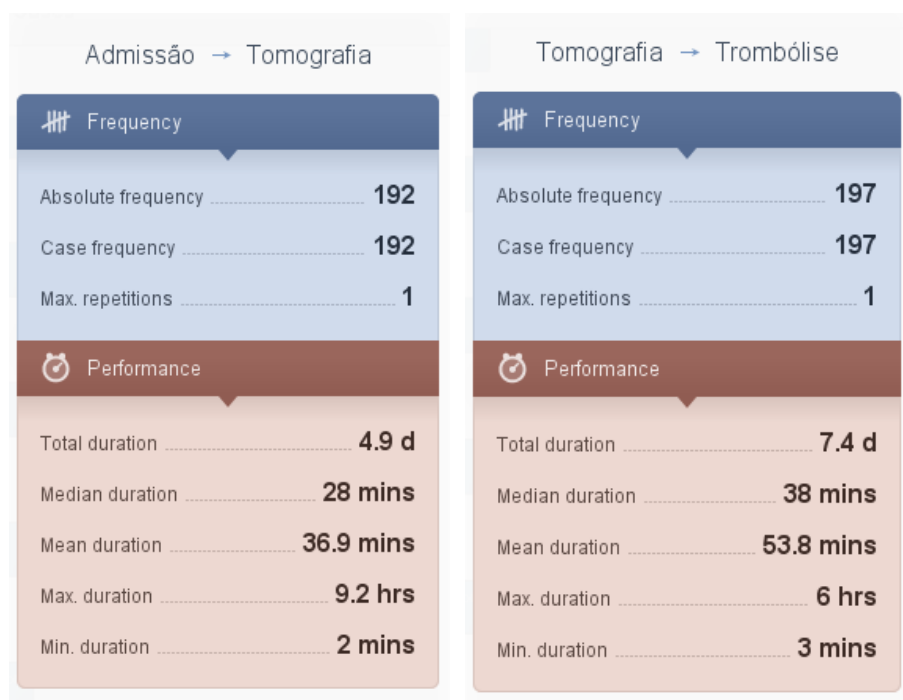
#### b) Trombolítico a partir da admissão

O procedimento “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte I” declara que a partir da admissão do paciente em uma unidade de tratamento, a infusão do trombolítico deve ocorrer no máximo em 60 minutos (Quadro 8).

Analisando o modelo do processo real para os pacientes que administraram trombolítico, conforme apresentado na Figura 35, constatou-se que o tempo médio para infusão do trombolítico no paciente, a partir da admissão hospitalar, é de 90,7 minutos (36,9 minutos + 53,8 minutos), ou seja, 1 hora e 30,7 minutos (Figura 45). Concluiu-se então que existe uma não conformidade com relação ao tempo de infusão do trombolítico no paciente a partir da admissão na unidade de tratamento, ou seja, uma não conformidade entre o processo real e as diretrizes clínicas.



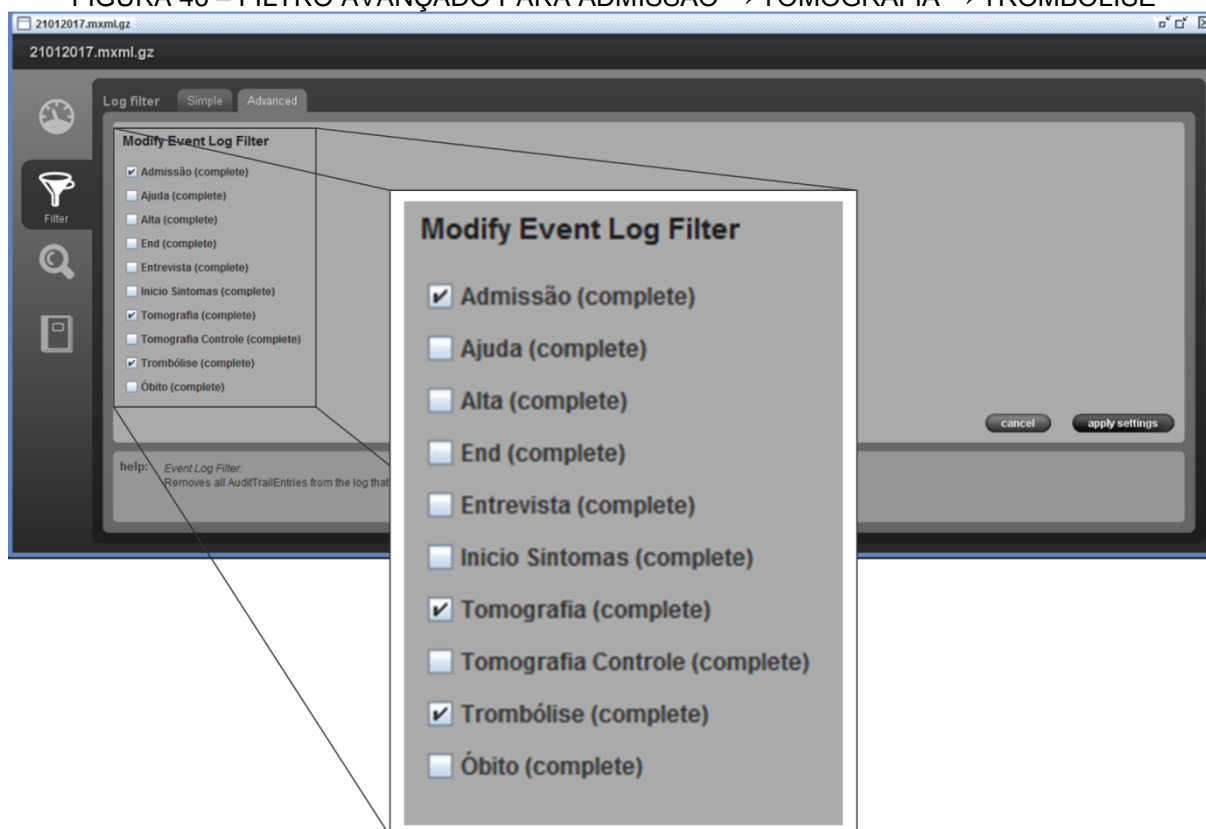
FIGURA 45 – TEMPO MÉDIO: TROMBOLÍTICO A PARTIR DA ADMISSÃO



FONTE: A autora (2016).

A investigação realizada na Figura 45 também é superficial, pois mostra apenas o tempo médio de todos os casos para a infusão do trombolítico a partir da admissão, porém não são apresentados quais e quantos casos estão em conformidade ou não com as diretrizes clínicas. Dessa forma, para detalhar o resultado obtido, foi aplicado um filtro avançado para analisar os prontuários dos pacientes que passaram pelas atividades *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise* (Figura 46).

FIGURA 46 – FILTRO AVANÇADO PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE

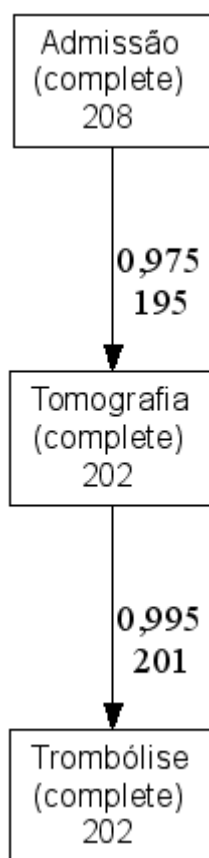


FONTE: A autora (2016).

Em seguida, através do algoritmo *Heuristic Miner*, obteve-se o modelo do processo de acordo com as atividades selecionadas no filtro avançado (Figura 47). Assim, observa-se que o evento admissão ocorreu 208 vezes, o evento tomografia 202 vezes, o evento trombólise 202, a sequência *Admissão* → *Tomografia* 195 vezes e a sequência *Tomografia* → *Trombólise* 201 vezes.

Os números 0,975 e 0,995 que rotulam os arcos na rede causal apresentados na Figura 47, mostram a relação de dependência entre os eventos *Admissão* → *Tomografia* e *Tomografia* → *Trombólise*. Assim, quanto mais próximo de 1 forem esses valores, maior a relação de dependência ou causalidade. Nesse caso, as relações são próximas a 1, então é muito provável que após ocorrer o evento *Admissão* ocorra o evento *Tomografia*, e após ocorrer o evento *Tomografia* ocorra a *Trombólise*. E muito improvável que a *Tomografia* seja seguida do evento *Admissão*, e a *Trombólise* seguida da *Tomografia*.

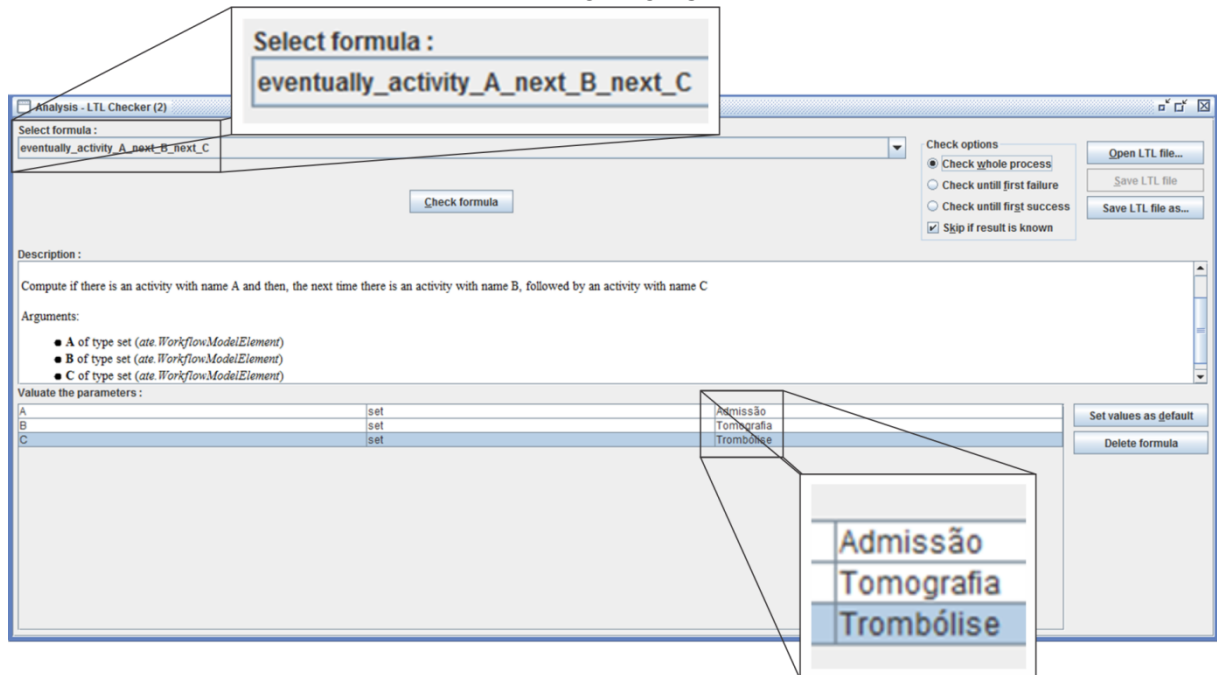
FIGURA 47 – ALGORITMO *HEURISTIC MINER* PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Para analisar especificamente os prontuários dos pacientes que passaram sequencialmente, porém não necessariamente diretamente, pelas atividades *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise*, foi usado o algoritmo de análise de conformidade em mineração de processos, *LTL-Checker*. Nesse *plug-in*, foi selecionada a regra *eventually\_activity\_A\_next\_B\_next\_C*, consistindo em A na atividade *Admissão*, B na atividade *Tomografia* e C na atividade *Trombólise* (Figura 48).

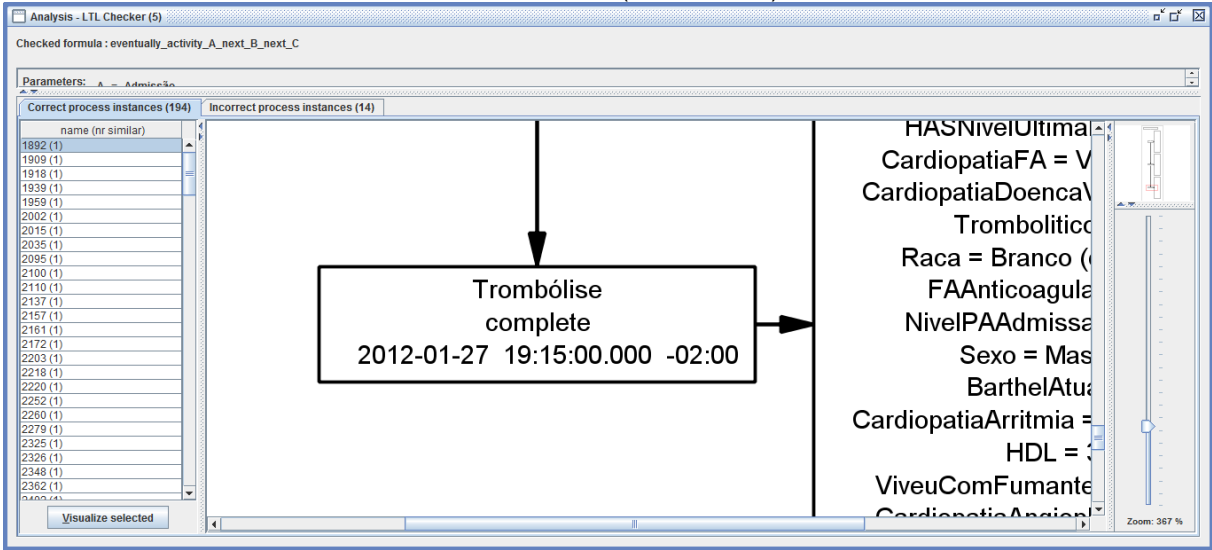
FIGURA 48 – *EVENTUALLY\_ACTIVITY\_A\_NEXT\_B\_NEXT\_C* PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Ao ativar o *plug-in LTL-Checker*, foram identificadas 194 instâncias que executam sequencialmente as atividades *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise* (instâncias de processo corretas), e 14 instâncias que não seguem esse percurso (instâncias de processo incorretas). Por exemplo, para o case 1892 localizado na coluna de instâncias de processo corretas, o horário da admissão do paciente foi às 17:41 horas, a tomografia computadorizada do crânio às 18:05 horas e a trombólise às 19:15 horas (Figura 49). Dessa forma foi constatado que o algoritmo de conformidade está analisando apenas as instâncias que realizam as atividades na sequência *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise*.

FIGURA 49 – INSTÂNCIAS DE PROCESSO CORRETAS PARA ADMISSÃO → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE (CASO 1892)



FONTE: A autora (2016).

As 14 instâncias que não seguem a sequência das atividades já mencionadas foram analisadas individualmente. O Quadro 23 mostra os 14 casos excluídos da análise por não seguirem na sequência as atividades *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise*, e o percurso clínico realizado por esses casos.

QUADRO 23 – CASOS EXCLUÍDOS DA ANÁLISE ADMISSÃO → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE (continua)

Cases excluídos		
Número	Case	Percurso
1	1797	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Entrevista → Alta → Óbito
2	3368	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
3	3439	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
4	3448	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Admissão → Trombólise → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
5	3476	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Tomografia Controle → Admissão → Entrevista → Alta
6	3771	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Trombólise → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta → Óbito
7	3876	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta

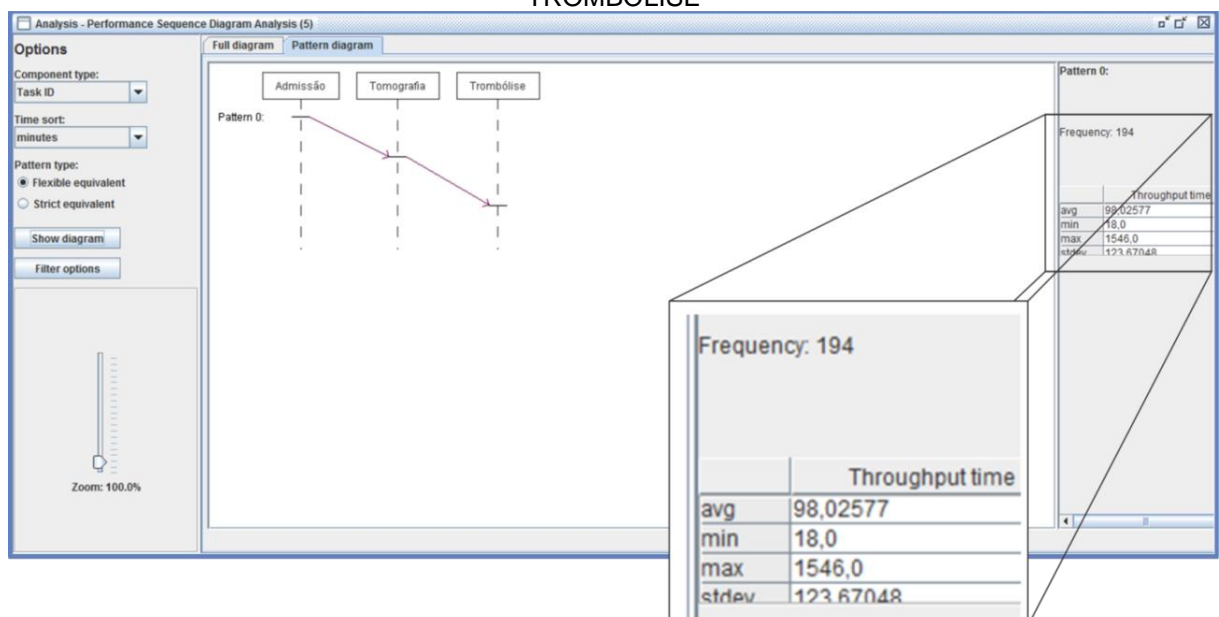
(conclusão)

Número	Case	Percurso
8	4241	Início dos Sintomas → Trombólise → Admissão → Tomografia → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
9	4260	Início dos Sintomas → Ajuda → Tomografia → Admissão → Trombólise → Tomografia Controle → Entrevista → Alta → Óbito
10	4309	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
11	4353	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
12	4370	Início dos Sintomas → Ajuda → Entrevista → Tomografia → Trombólise → Tomografia Controle → Admissão → Alta → Óbito
13	4565	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
14	4705	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta

FONTE: A autora (2016).

Com o auxílio do *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, os 194 casos selecionados pelo algoritmo *LTL-Checker* foram analisados com relação ao tempo entre as atividades *Admissão* → *Trombólise* (Figura 50). O algoritmo mostra que o tempo médio entre as atividades *Admissão* → *Trombólise* é de 98,02577 minutos (aproximadamente 1 hora e 40 minutos), tempo mínimo de 18 minutos, tempo máximo de 1.546 minutos (aproximadamente 25 horas) e desvio padrão de 123,67048 minutos (Figura 50).

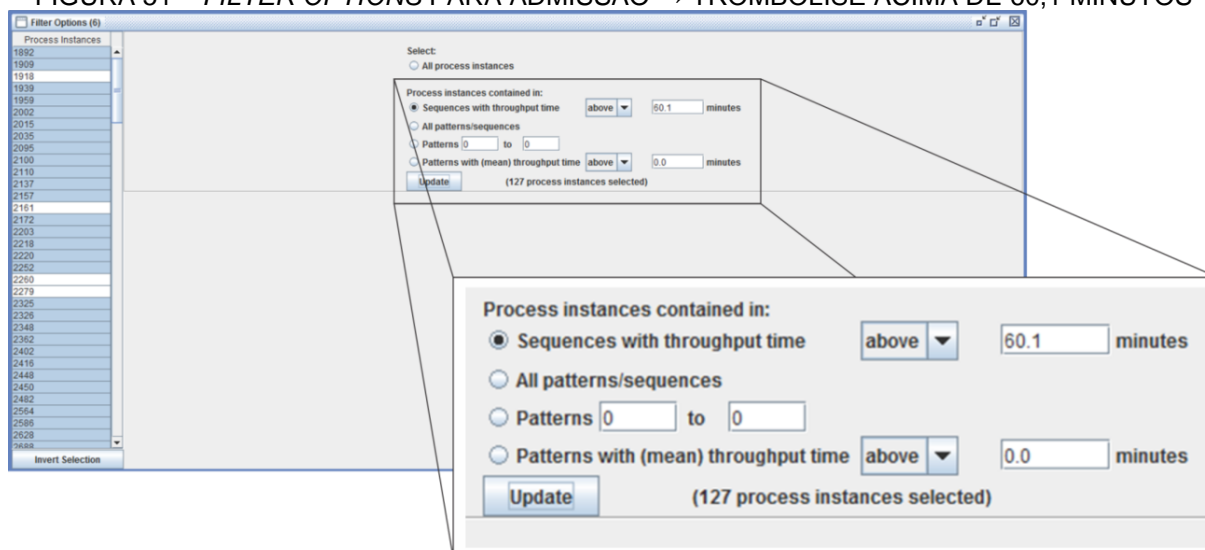
FIGURA 50 – *PLUG-IN PERFORMANCE SEQUENCE DIAGRAM ANALYSIS* PARA ADMISSÃO → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Em *Filter Options*, no *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Admissão* → *Trombólise*, acima de 60,1 minutos fossem selecionadas. Na Figura 51, observa-se que dos 194 casos analisados, 127 estão acima do tempo estipulado.

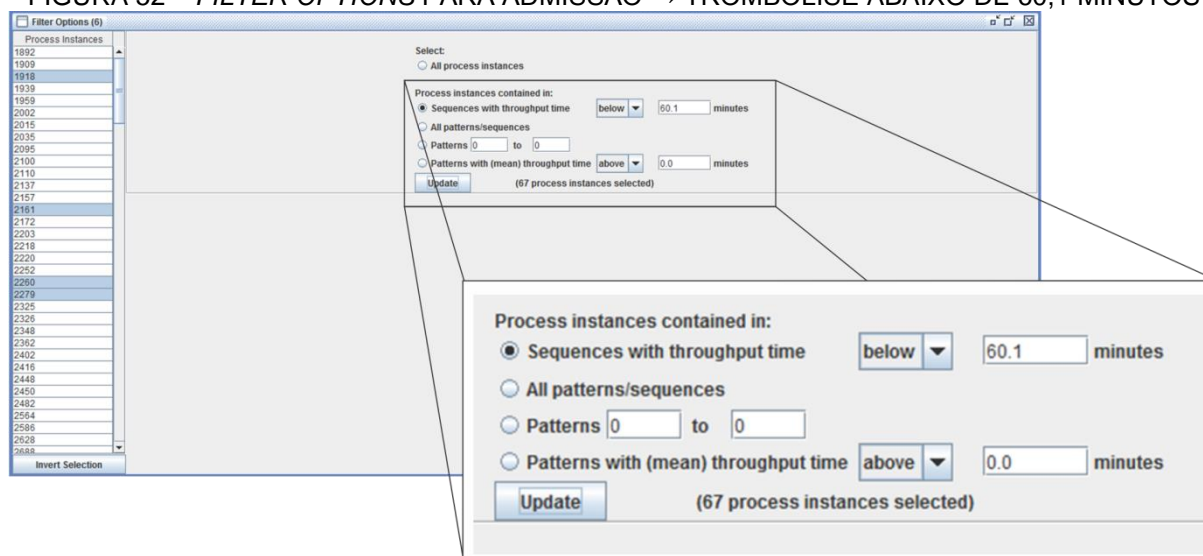
FIGURA 51 – FILTER OPTIONS PARA ADMISSÃO → TROMBÓLISE ACIMA DE 60,1 MINUTOS



FONTE: A autora (2016).

Ainda no *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, também em *Filter Options*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Admissão* → *Trombólise*, abaixo de 60,1 minutos fossem selecionadas. Na Figura 52, observa-se que dos 194 casos analisados, 67 estão abaixo do tempo estipulado. Assim, 34,54% dos casos estão em conformidade com as “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte I” que declara que a partir da admissão do paciente em uma unidade de tratamento, a infusão do trombolítico deve ocorrer no máximo em 60 minutos, e 65,46% não estão em conformidade com as diretrizes clínicas.

FIGURA 52 – FILTER OPTIONS PARA ADMISSÃO → TROMBÓLISE ABAIXO DE 60,1 MINUTOS



FONTE: A autora (2016).

### c) Trombolítico a partir do início dos sintomas

O procedimento “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte II” declara que o rt-PA (trombolítico) intravenoso é recomendado dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVC isquêmico.

Analisando o modelo do processo real para os pacientes que administraram trombolítico, conforme apresentado na Figura 35, constatou-se que o tempo médio para infusão do trombolítico no paciente, a partir do início dos sintomas, é de aproximadamente 7,41 horas (4,4 horas + 2,1 horas + 36,9 minutos + 53,8 minutos), (Figura 53). Concluiu-se então que existe uma não conformidade significativa com relação ao tempo de infusão do trombolítico no paciente a partir do início dos sintomas, ou seja, uma não conformidade entre o processo real e as diretrizes clínicas.



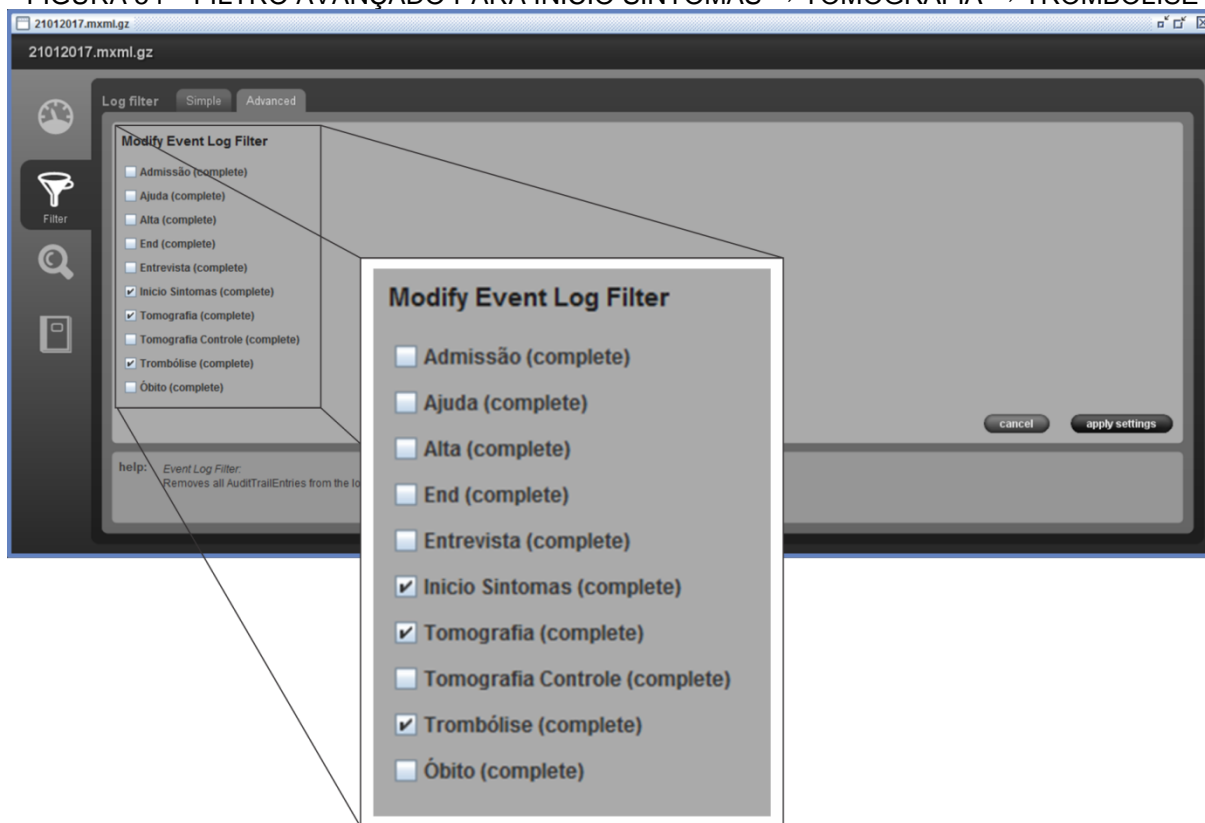
FIGURA 53 – TEMPO MÉDIO: TROMBOLÍTICO A PARTIR DO INÍCIO DOS SINTOMAS

Início Sintomas → Ajuda	Ajuda → Admissão	Admissão → Tomografia	Tomografia → Trombólise
<div><div>Frequency</div><div>Absolute frequency ..... 204</div><div>Case frequency ..... 204</div><div>Max. repetitions ..... 1</div></div> <div><div>Performance</div><div>Total duration ..... 37.4 d</div><div>Median duration ..... 30 mins</div><div>Mean duration ..... 4.4 hrs</div><div>Max. duration ..... 15 d</div><div>Min. duration ..... 0 millis</div></div>	<div><div>Frequency</div><div>Absolute frequency ..... 196</div><div>Case frequency ..... 196</div><div>Max. repetitions ..... 1</div></div> <div><div>Performance</div><div>Total duration ..... 17.1 d</div><div>Median duration ..... 69 mins</div><div>Mean duration ..... 2.1 hrs</div><div>Max. duration ..... 49.2 hrs</div><div>Min. duration ..... 9 mins</div></div>	<div><div>Frequency</div><div>Absolute frequency ..... 192</div><div>Case frequency ..... 192</div><div>Max. repetitions ..... 1</div></div> <div><div>Performance</div><div>Total duration ..... 4.9 d</div><div>Median duration ..... 28 mins</div><div>Mean duration ..... 36.9 mins</div><div>Max. duration ..... 9.2 hrs</div><div>Min. duration ..... 2 mins</div></div>	<div><div>Frequency</div><div>Absolute frequency ..... 197</div><div>Case frequency ..... 197</div><div>Max. repetitions ..... 1</div></div> <div><div>Performance</div><div>Total duration ..... 7.4 d</div><div>Median duration ..... 38 mins</div><div>Mean duration ..... 53.8 mins</div><div>Max. duration ..... 6 hrs</div><div>Min. duration ..... 3 mins</div></div>

FONTE: A autora (2016).

A investigação realizada na Figura 53 também é vaga, pois mostra apenas o tempo médio de todos os casos para a infusão do trombolítico a partir início dos sintomas, porém não são apresentados quais e quantos casos estão em conformidade ou não com as diretrizes clínicas. Dessa forma, para detalhar o resultado acima obtido, foi aplicado um filtro avançado para analisar os prontuários dos pacientes que passaram pelas atividades *Início Sintomas → Tomografia → Trombólise* (Figura 54).

FIGURA 54 – FILTRO AVANÇADO PARA INICIO SINTOMAS → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE

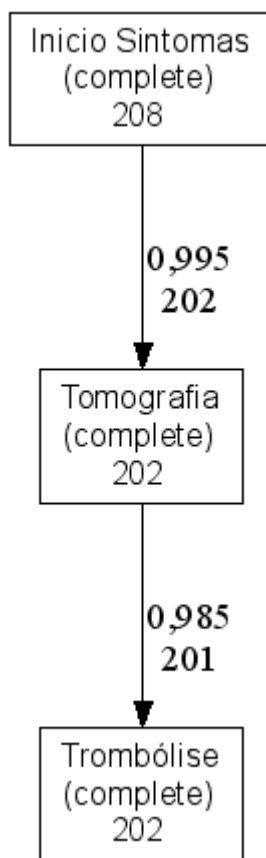


FONTE: A autora (2016).

Em seguida, através do algoritmo *Heuristic Miner*, obteve-se o modelo do processo de acordo com as atividades selecionadas no filtro avançado (Figura 55). Assim, observa-se que o evento *Início Sintomas* ocorreu 208 vezes, o evento *tomografia* 202 vezes, o evento *trombólide* 202, a sequência *Início Sintomas* → *Tomografia* 202 vezes e a sequência *Tomografia* → *Trombólide* 201 vezes.

Os números 0,995 e 0,985 que rotulam os arcos na rede causal apresentados na Figura 55, mostram a relação de dependência entre os eventos *Início Sintomas* → *Tomografia* e *Tomografia* → *Trombólide*. Assim, quanto mais próximo de 1 forem esses valores, maior a relação de dependência ou causalidade. Nesse caso, as relações são próximas a 1, então é muito provável que após ocorrer o evento *Início Sintomas* ocorra o evento *Tomografia*, e após ocorrer o evento *Tomografia* ocorra a *Trombólide*. E muito improvável que a *Tomografia* seja seguida do evento *Início Sintomas*, e a *Trombólide* seguida da *Tomografia*.

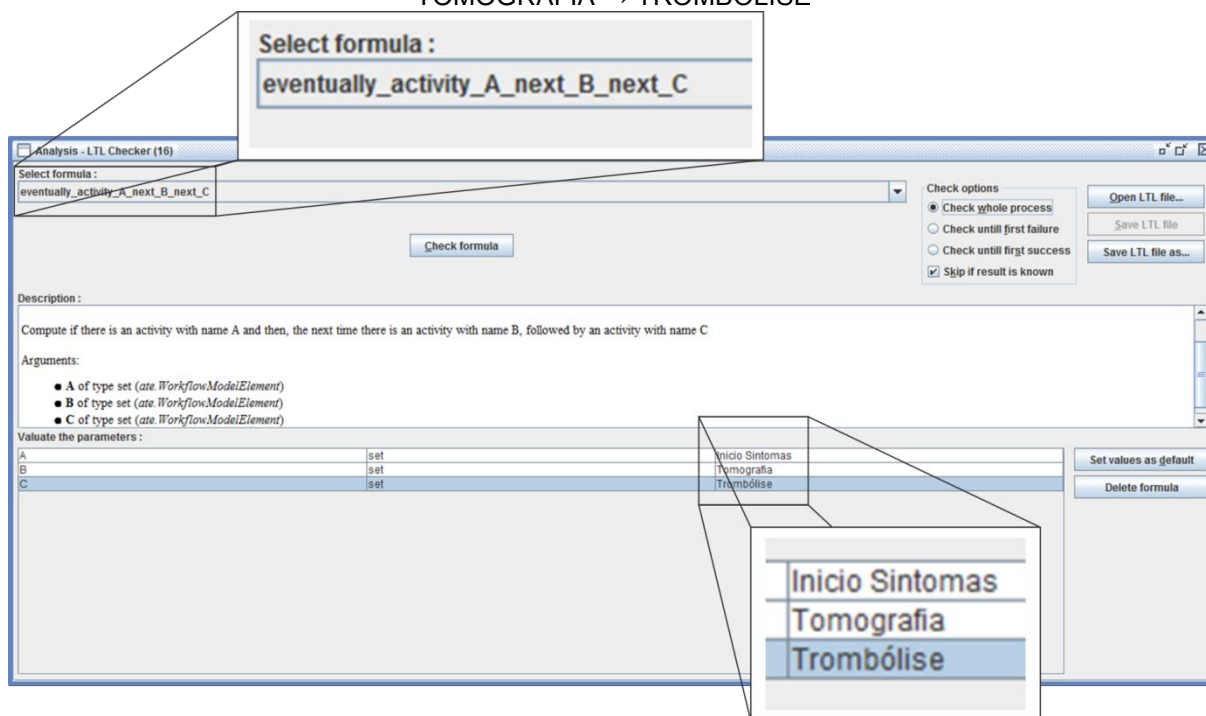
FIGURA 55 – ALGORITMO *HEURISTIC MINER* PARA INICIO SINTOMAS → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Para analisar especificamente os prontuários dos pacientes que passaram sequencialmente, porém não necessariamente diretamente, pelas atividades *Início Sintomas* → *Tomografia* → *Trombólise*, foi usado o algoritmo de análise de conformidade em mineração de processos, *LTL-Checker*. Nesse *plug-in*, foi também selecionada a regra *eventually\_activity\_A\_next\_B\_next\_C*, consistindo em A na atividade *Início Sintomas*, B na atividade *Tomografia* e C na atividade *Trombólise* (Figura 56).

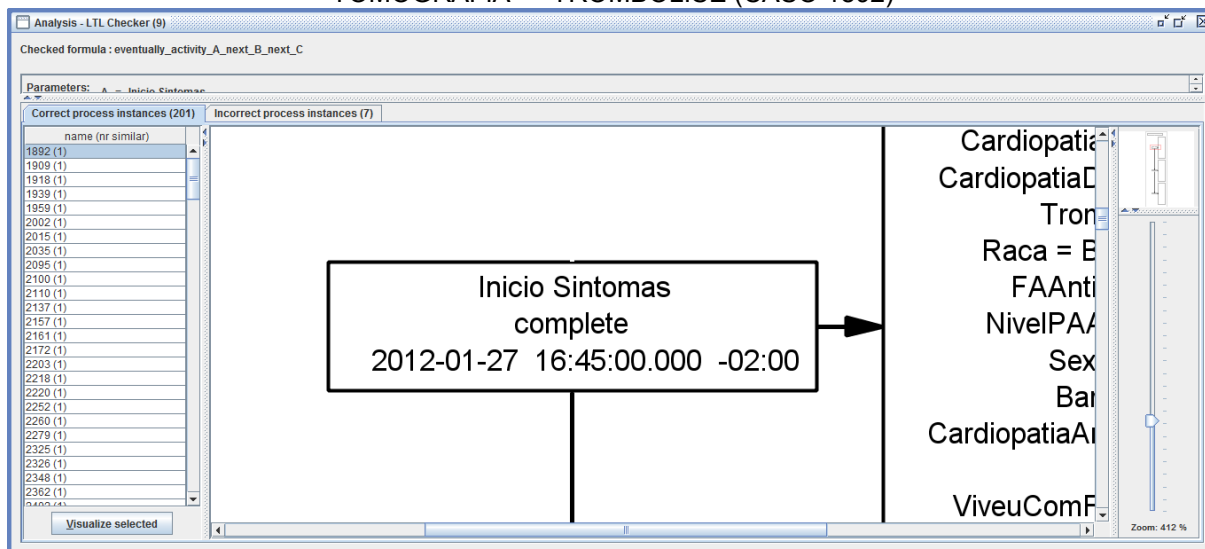
FIGURA 56 – *EVENTUALLY\_ACTIVITY\_A\_NEXT\_B\_NEXT\_C* PARA INICIO SINTOMAS → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Ao ativar o *plug-in LTL-Checker*, foram identificadas 201 instâncias que executam sequencialmente as atividades *Inicio Sintomas* → *Tomografia* → *Trombólise* (instâncias de processo corretas), e 7 instâncias que não seguem esse percurso (instâncias de processo incorretas). Por exemplo, para o *case* 1892 localizado na coluna de instâncias de processo corretas, o início dos sintomas foi às 16:45 horas, o horário da admissão do paciente foi às 17:41 horas, a tomografia computadorizada do crânio às 18:05 horas e a trombólise às 19:15 horas (Figura 57). Dessa forma foi constatado que o algoritmo de conformidade está analisando apenas as instâncias que realizam as atividades na sequência *Inicio Sintomas* → *Tomografia* → *Trombólise*.

FIGURA 57 – INSTÂNCIAS DE PROCESSO CORRETAS PARA INICIO SINTOMAS → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE (CASO 1892)



FONTE: A autora (2016).

As 7 instâncias que não seguem na sequência as atividades já mencionadas foram analisadas individualmente. O Quadro 24 mostra os 7 casos excluídos da análise por não seguirem na sequência as atividades *Início Sintomas* → *Tomografia* → *Trombólise*.

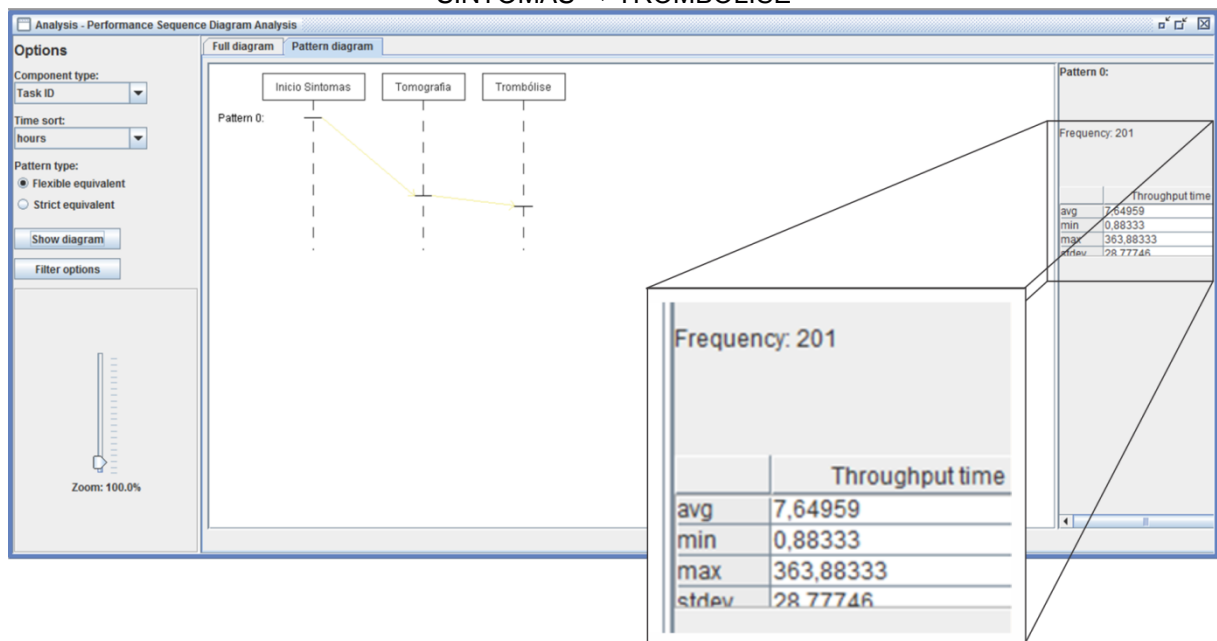
QUADRO 24 – CASOS EXCLUÍDOS DA ANÁLISE INICIO SINTOMAS → TOMOGRAFIA → TROMBÓLISE

Cases excluídos		
Número	Case	Percurso
1	1797	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Entrevista → Alta → Óbito
2	3876	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
3	4241	Início dos Sintomas → Trombólise → Admissão → Tomografia → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
4	4309	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
5	4353	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
6	4565	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta
7	4705	Início dos Sintomas → Ajuda → Admissão → Tomografia Controle → Entrevista → Alta

FONTE: A autora (2016).

Com o auxílio do *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, os 201 casos selecionados pelo algoritmo *LTL-Checker* foram analisados com relação ao tempo entre as atividades *Início Sintomas* → *Trombólise* (Figura 58). O algoritmo mostra que o tempo médio entre as atividades *Início Sintomas* → *Trombólise* é de 7,64959 horas, tempo mínimo de 0,88333 horas, tempo máximo de 363,88333 horas e desvio padrão de 28,77746 horas (Figura 58).

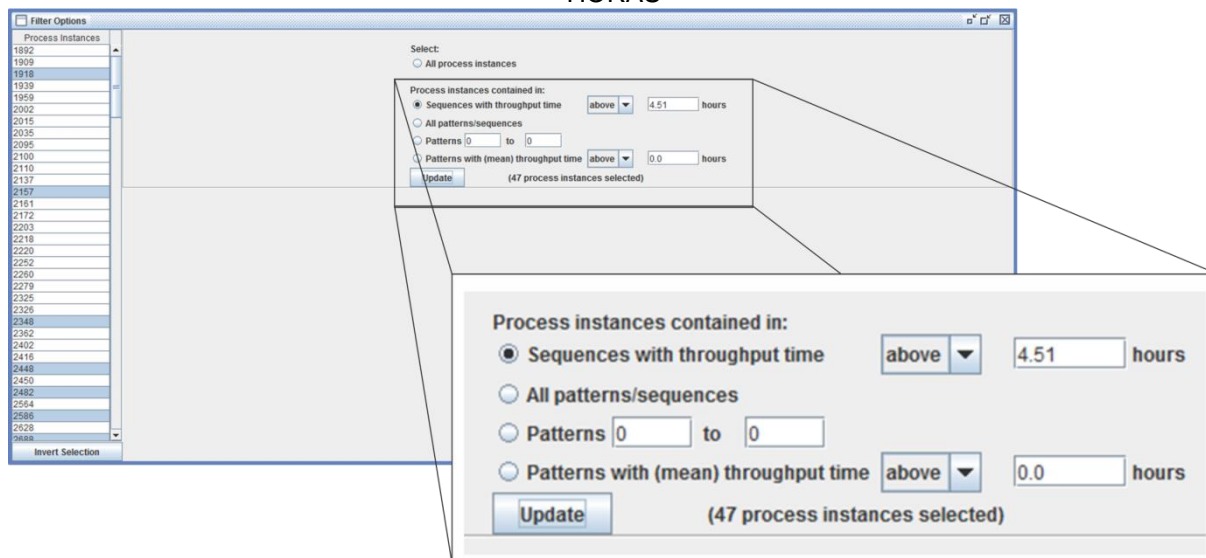
FIGURA 58 – *PLUG-IN PERFORMANCE SEQUENCE DIAGRAM ANALYSIS* PARA INICIO SINTOMAS → TROMBÓLISE



FONTE: A autora (2016).

Em *Filter Options*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Início Sintomas* → *Trombólise*, acima de 4,51 horas fossem selecionadas. Na Figura 59, observa-se que dos 201 casos analisados, 47 estão acima do tempo estipulado pelas diretrizes clínicas, ou seja, 23,38% dos prontuários clínicos não administraram o trombolítico dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVC isquêmico conforme recomendado pelas “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte II”.

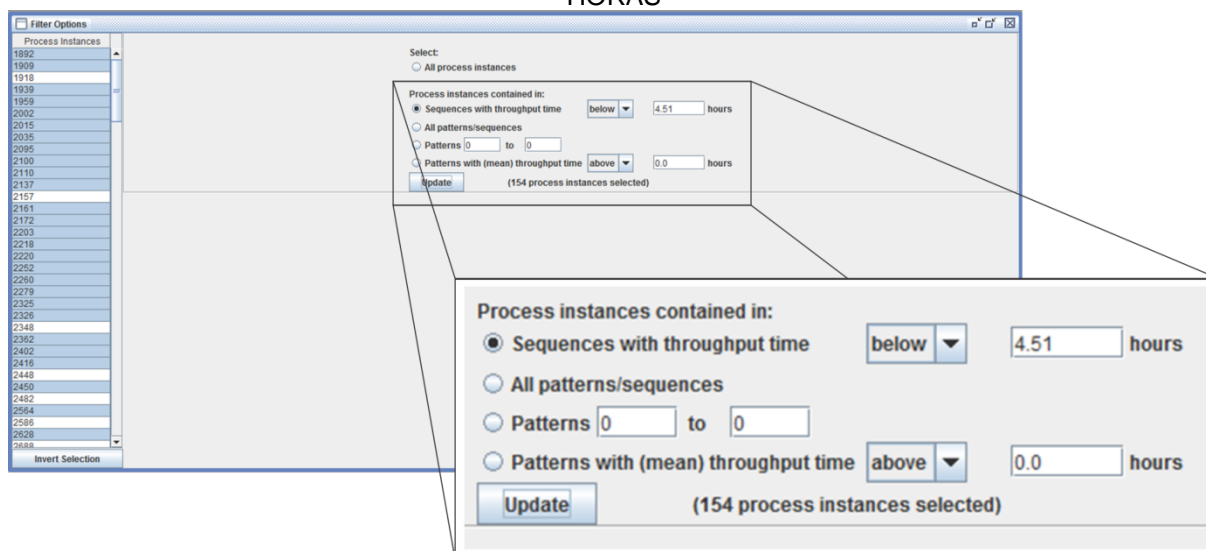
FIGURA 59 – *FILTER OPTIONS* PARA INICIO SINTOMAS → TROMBÓLISE ACIMA DE 4,51 HORAS



FONTE: A autora (2016).

Ainda no *plug-in Performance Sequence Diagram Analysis*, também em *Filter Options*, foi determinado que as instâncias de processo com tempo entre as atividades *Início Sintomas* → *Trombólise*, abaixo 4,51 horas fossem selecionadas. Na Figura 60, observa-se que dos 201 casos analisados, 154 estão abaixo do tempo estipulado, ou seja, 76,62% dos casos são conformes às recomendações das “Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte II” que declara que o rt-PA (trombolítico) intravenoso é recomendado dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVC isquêmico.

FIGURA 60 – *FILTER OPTIONS* PARA INICIO SINTOMAS → TROMBÓLISE ABAIXO DE 4,51 HORAS



FONTE: A autora (2016).

### **Protocolos assistenciais x processo real**

#### **a) Trombolítico a partir do início dos sintomas**

Conforme apresentado no Quadro 16 – correlação entre diretrizes clínicas e protocolos assistenciais para trombólise intravenosa, os protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José são semelhantes às diretrizes clínicas no que se refere à infusão do trombolítico nos pacientes a partir do início dos sintomas. Dessa forma não há a necessidade de realizar uma nova análise de conformidade, pois serão as mesmas que as apresentadas na subção c do tópico diretrizes clínicas x processo real.

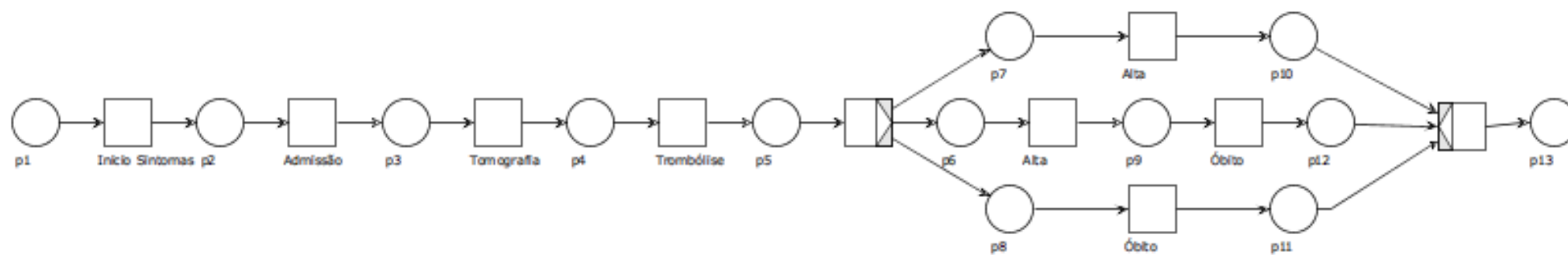
#### **4.2.2.3 Diretrizes clínicas e protocolos assistenciais em redes de Petri**

Para delinear os modelos dos processos em redes de Petri (auxílio do *software* WoPed) das diretrizes clínicas para tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral isquêmico – partes I e II da SBDCV e dos protocolos assistenciais para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI do HMSJ, foram selecionadas apenas as atividades semelhantes entre esses modelos dos processos com o modelo do processo real apresentado na Figura 35.

Coincidentemente as estruturas de ambos os modelos dos processos (diretrizes e protocolos) ficaram idênticas e com as seguintes atividades: *Início Sintomas* → *Admissão* → *Tomografia* → *Trombólise* → *Alta* ou *Alta* → *Óbito* ou *Óbito*. Dessa forma o modelo do processo em redes de Petri das diretrizes clínicas e protocolos assistenciais é apresentado na Figura 61.



FIGURA 61 – DIRETRIZES E PROTOCOLOS ASSISTENCIAIS EM REDES DE PETRI



FONTE: A autora (2016).

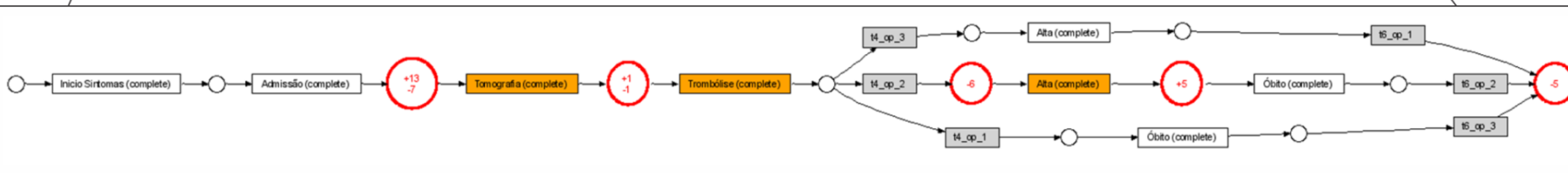
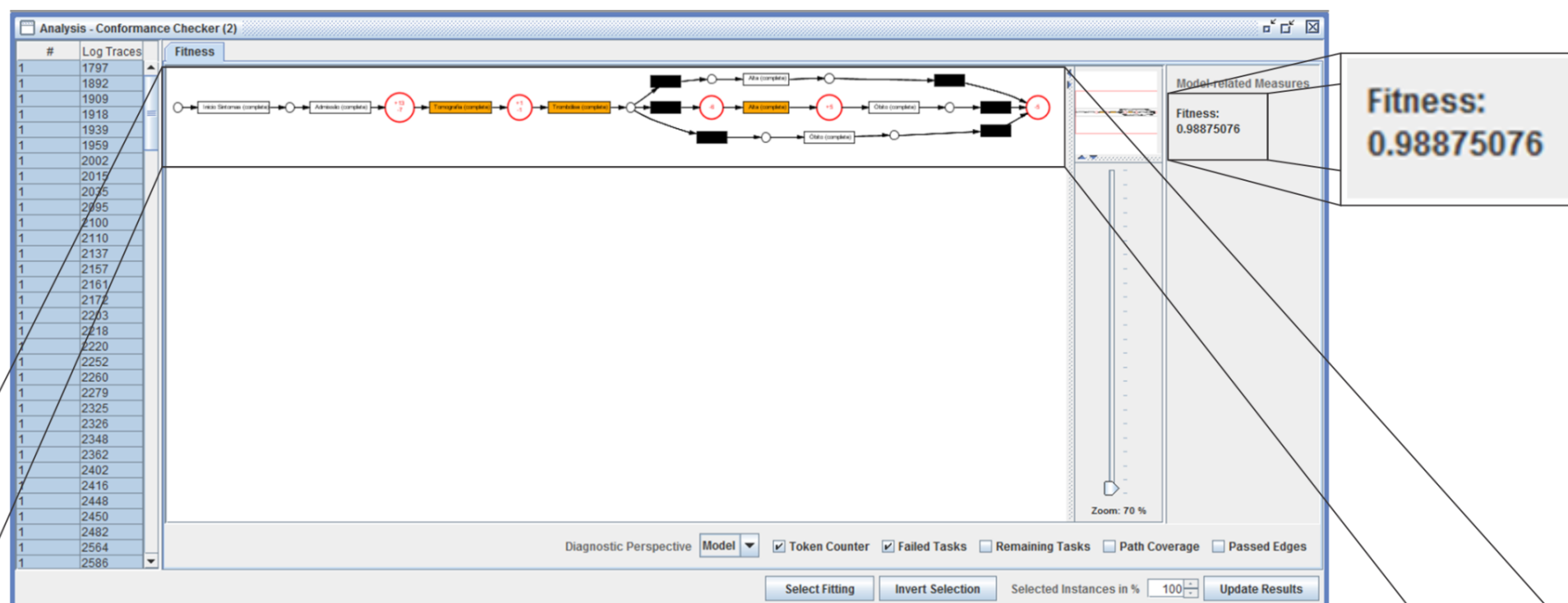
#### 4.2.2.4 Métrica *fitness*

Com a construção dos modelos dos processos de referência e esperado em redes de Petri, foi possível realizar a análise de conformidade usando a métrica *fitness*.

Como *fitness* atua comparando os *traces* do *log* de eventos do sistema de informação hospitalar do HMSJ com os caminhos executados pelos modelos do processo de referência (diretrizes clínicas) e esperado (protocolos assistenciais), tal análise melhor aplica o *log* de eventos junto aos modelos do processo, medindo o grau de divergência entre os *traces* do *log* de eventos e dos modelos do processo de referência e esperado.

Pode-se atribuir os valores de *fitness* a cada *log*, de acordo com o seguinte raciocínio: quanto mais próximo de 1 (um) for o valor de *fitness*, melhor será a associação entre o *log* de eventos e os modelos do processo de referência e esperado; quanto mais próximo de 0 (zero), em contrapartida, pior será a associação entre o *log* de eventos e os modelos do processo de referência e esperado. Dessa forma, ao ativar o *plug-in conformance checker* para a verificação da conformidade, levando em consideração somente a métrica *fitness*, o resultado obtido para *fitness* foi de 0,98875076 e, portanto existe uma boa associação entre o *log* de eventos (base de dados) e os modelos do processo de referência (diretrizes clínicas) e esperado (protocolos assistenciais) (Figura 62).

Apesar de existir uma boa associação entre o *log* de eventos e os modelos dos processos, a métrica *fitness* deve ser acompanhada de uma avaliação com os envolvidos no processo, pois essa métrica apresenta as não conformidades, mas ela por si só não apresenta as razões das não conformidades. Assim, as atividades não conformes destacadas em amarelo (tomografia, trombólise, alta), precisam ser estudadas pelos médicos, enfermeiros, técnicos e demais responsáveis pelo atendimento e tratamento de pacientes com AVCI, para melhor entendimento e resolução dos problemas dos processos operacionais.

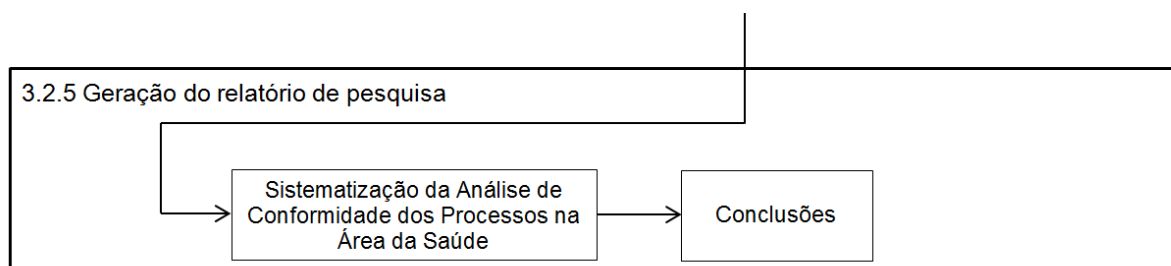
FIGURA 62 – MÉTRICA *FITNESS*

FONTE: A autora (2016).

### 4.3 GERAÇÃO DO RELATÓRIO DE PESQUISA

Esta seção destina-se a apresentar a sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde, proposta do tópico 3.2.5 geração do relatório de pesquisa do protocolo de pesquisa (Figura 8), conforme apresentado na Figura 63. As conclusões são expostas no Capítulo 5 – Considerações Finais.

FIGURA 63 – PROTOCOLO DE PESQUISA: GERAÇÃO DO RELATÓRIO DE PESQUISA



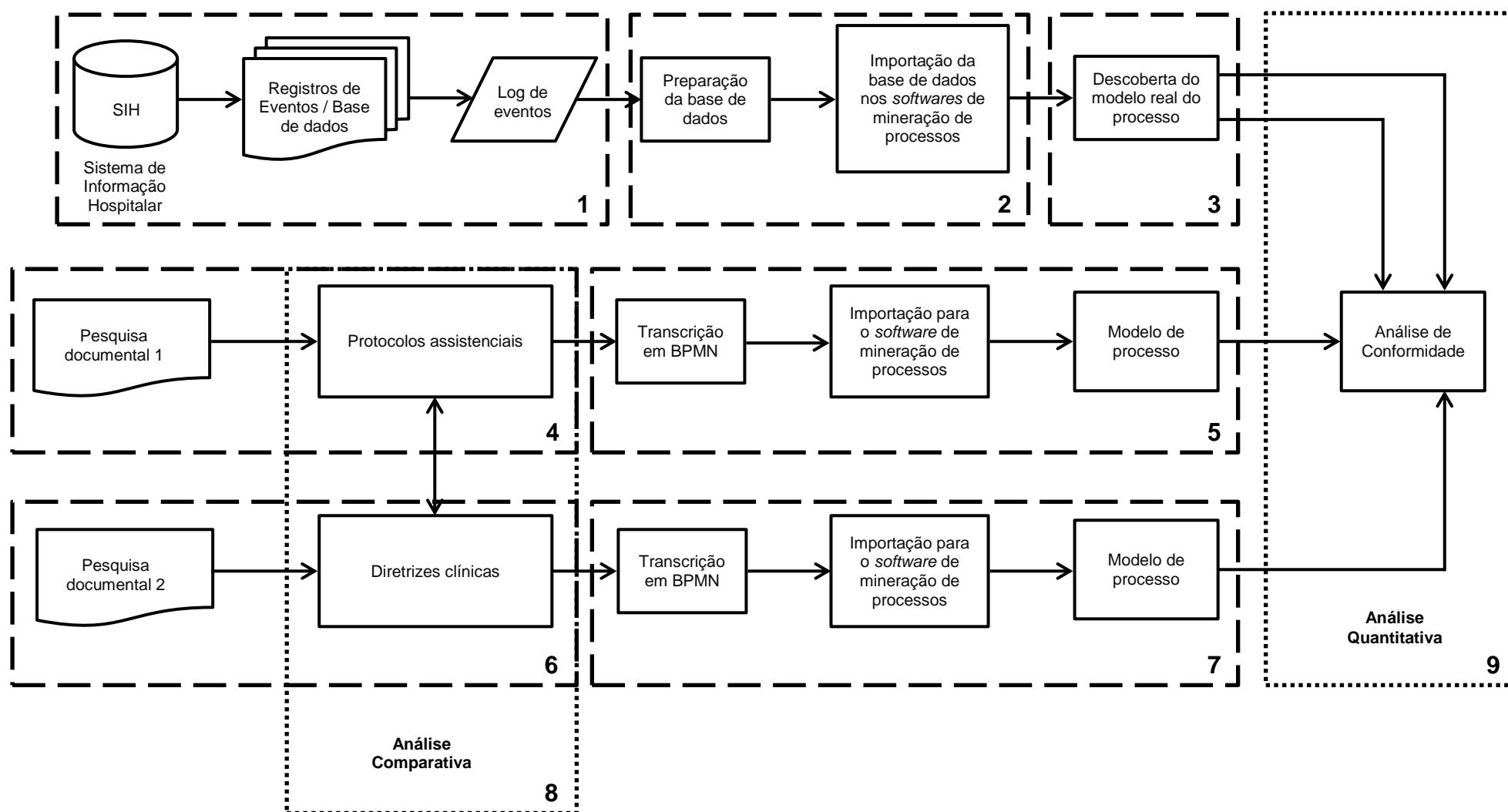
FONTE: A autora (2016).

#### 4.3.1 Sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde

A sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde é proposta na Figura 64, correlacionadas com as etapas descritas abaixo:

Etapas 1: Os sistemas de informação hospitalar (SIH) registram as atividades realizadas durante as execuções dos processos de negócio em um *log* de eventos. O *log* de eventos contém informações sobre as atividades (eventos), casos (instâncias de processo), tempo (*timestamps*) e indicações sobre os atores envolvidos (recursos). Tais registros são produzidos por praticamente qualquer sistema de informação. Sistemas clássicos, como WfM (*Workflow Management*), BPMS (*Business Process Management System*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), PDM (*Product Data Management*), CRM (*Customer Relationship Management*), *Middleware* e etc, fornecem informações detalhadas sobre as atividades que foram executadas. Na maioria dos casos, um *log* registra o início e/ou conclusão de eventos além do momento de execução (*timestamp*). Em alguns sistemas, o responsável pela execução da atividade e outros dados adicionais também são registrados. O conhecimento do SIH, da base de dados e do *log* de

FIGURA 64 – SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DOS PROCESSOS NA ÁREA DA SAÚDE



FONTE: A autora (2016).

eventos é muito importante para o entendimento dos processos de negócio e das informações armazenadas nas execuções dos processos hospitalares. Dessa forma é de extrema importância que os responsáveis pela implementação das técnicas de mineração de processos tenham contato com os técnicos / engenheiros da computação do SIH para conhecimento da base de dados e também para orientar na extração dos dados necessários para a análise.

Etapa 2: Tendo o *log* de eventos com as informações essenciais extraídas da base de dados, é preciso prepará-lo para a aplicação das técnicas de mineração de processos. É necessário que os casos sejam organizados em instâncias, e os atributos, atividades, recursos, *case ID* e *timestamp* sejam devidamente identificados e separados. Com a base preparada, é possível realizar a importação para os *softwares* de mineração de processos escolhidos. O Quadro 4, mostra as ferramentas de mineração de processos existentes hoje e suas principais características. A ferramenta deverá ser escolhida com base nas necessidades do estudo e recursos financeiros disponíveis.

Etapa 3: Com a base de dados importada nos *softwares* de mineração de processos disponíveis, é possível descobrir o modelo do processo real. Nessa etapa, não existe um modelo formal do processo definido *à priori*. O modelo é extraído dos próprios dados produzidos durante a execução do processo, ou seja, o modelo real do processo é descoberto com base no comportamento registrado nos *logs* de eventos. Dependendo do *software* usado, algoritmos de descoberta do modelo do processo real poderão ser selecionados. O Quadro 2 apresenta alguns algoritmos de descoberta de processos existentes hoje e suas características.

Etapa 4: Nessa fase deverá ser feito um estudo minucioso dos protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos dos processos de atendimento e tratamento de pacientes para a instituição de saúde selecionada (hospitais, pronto-atendimentos, unidades básicas de saúde, consultórios, clínicas e etc.). Nessa etapa é muito importante que se conheça a instituição, os processos e os colaboradores que trabalham na execução dos processos hospitalares.

Etapa 5: Entendendo os processos de negócio selecionados da instituição de saúde conforme descrito nos protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos, estes deverão ser transcritos em alguma notação BPMN (*Business Process Management and Notation*), tais como,

redes de Petri, rede causal (C-net), EPC (*Event-driven Process Chain*), UML (*Unified Modeling Language*), entre outros. As notações serão importadas no *software* de mineração de processos selecionado para as análises de conformidade.

**Etapas 6:** Nessa fase um estudo minucioso das diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos usados como base pela instituição de saúde, deverá ser feito para o processo selecionado previamente.

**Etapas 7:** Entendendo os processos de negócio conforme descritos nas diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos, estes também deverão ser transcritos em alguma notação BPMN (*Business Process Management and Notation*), tais como, redes de Petri, rede causal (C-net), EPC (*Event-driven Process Chain*), UML (*Unified Modeling Language*) entre outros. As notações também serão importadas no *software* de mineração de processos selecionado para as análises de conformidade.

**Etapas 8:** Os protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos deverão ser **correlacionados** com as diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos, através de uma análise comparativa e/ou qualitativa.

**Etapas 9:** Os modelos dos processo obtidos nas etapas 5 e 7, serão comparados com o modelo do processo real obtido na etapa 3. Análises de conformidade pontuais no que se refere a algumas regras de negócio, entre os modelos 3 e 5 e também entre os modelos 3 e 7, poderão ser feitas por meio dos algoritmos de análise de conformidade. O Quadro 3 apresenta alguns algoritmos de conformidade existentes e suas características. E através de algumas métricas de conformidade, tais como, *fitness* e *appropriateness*, os modelos de processo 3 e 5 e também os modelos 3 e 7, poderão ser confrontados, no que se refere ao grau de compatibilidade entre os percursos (*traces*) identificados em um dado *log* de eventos (caminhos efetivos) e os caminhos executados pelo modelo de processo de referência (*fitness*) e também pelo grau de precisão com que o modelo de processo descreve o comportamento observado, combinado com o grau de clareza em que é representado (*appropriateness*).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o exposto nos capítulos anteriores, conclui-se que os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados, pois foi delineado o modelo do processo esperado para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica conforme descrito nos protocolos assistenciais do Hospital Municipal São José; também foi delineado o modelo do processo de referência para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica segundo as diretrizes clínicas da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares (SBDCV); foi descoberto o modelo do processo real de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI elegíveis para trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica por intermédio dos *logs* de eventos obtidos no sistema de informação hospitalar do Hospital Municipal São José; os protocolos assistenciais e diretrizes clínicas foram comparados; e os processos delineados (esperado e referência) e real (descoberto) foram confrontados por meio de análises quantitativas. Consequentemente, o objetivo geral desse trabalho também foi atingido, ou seja, a sistematização da análise de conformidade dos processos na área da saúde foi proposta.

Ao estudar a base de dados, percebe-se que apesar de existirem algumas não conformidades no processo de atendimento e tratamento de pacientes com AVCI, o Hospital Municipal São José procura atender todas as recomendações das diretrizes da SBDCV, pois, protocolos assistenciais para o atendimento e tratamento de pacientes com AVCI existem e são implantados; os tratamentos dos pacientes com AVCI são orientados por neurologistas; exames laboratoriais (glicemia, TCG, colesterol total, HDL, LDL, ácido úrico, creatinina, VHS e outros) são realizados para a exclusão de diagnósticos diferenciais e também como auxílio à decisão terapêutica; exames de neuroimagem como a tomografia computadorizada do crânio são feitos para orientar a terapia na fase aguda do AVCI; e a estabilização hemodinâmica e ventilatória do paciente acontece (monitoramento cardiovascular não invasivo, saturação e suplementação de oxigênio, indicação de suporte ventilatório e proteção das vias aéreas, hidratação com solução salina isotônica, avaliação de diabetes, hiperglicemia, hiperglicemia, controle da pressão arterial, uso de medicação anti-hipertensiva, controle da temperatura).



Comparando as diretrizes clínicas e protocolos assistenciais, conclui-se que os protocolos assistenciais apresentam informações mais generalizadas para o tratamento de pacientes com AVCI e também não especificam os procedimentos que devem ser adotados para as terapias: intra-arterial, combinada e mecânica.

As Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Isquêmico – Parte I, declaram que a tomografia computadorizada do crânio deve ser realizada dentro de 25 minutos da admissão do paciente em uma unidade de tratamento. Nas análises quantitativas identificou-se que o tempo médio entre as atividades *Admissão* → *Tomografia* é de 44,19487 minutos, tempo mínimo de 2 minutos, tempo máximo de 1.501 minutos (aproximadamente 25 horas) e desvio padrão de 113, 52262 minutos. Também constatou-se que 41,03% dos casos realizaram a tomografia computadorizada do crânio dentro do tempo recomendado pelas diretrizes clínicas de 25 minutos a partir da admissão hospitalar, e 58,97% dos casos foram submetidos à tomografia computadorizada do crânio após 25 minutos da admissão hospitalar.

As Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte I declaram também que a partir da admissão do paciente em uma unidade de tratamento, a infusão do trombolítico deve ocorrer dentro de 60 minutos. Nas análises quantitativas detectou-se que o tempo médio entre as atividades *Admissão* → *Trombólise* é de 98,02577 minutos (aproximadamente 1 hora e 40 minutos), tempo mínimo de 18 minutos, tempo máximo de 1.546 minutos (aproximadamente 25 horas) e desvio padrão de 123, 67048 minutos. Também constatou-se que 34,54% dos casos realizaram a infusão do trombolítico dentro do tempo recomendado pelas diretrizes clínicas e 65,46% realizaram a infusão do trombolítico após 60 minutos da admissão hospitalar.

As Diretrizes para Tratamento do Acidente Vascular Cerebral Isquêmico – Parte II e os protocolos assistenciais do HMSJ declaram que o rt-PA (trombolítico) intravenoso é recomendado dentro das primeiras 4 horas e 30 minutos do início dos sintomas de AVCI. Através das análises quantitativas, percebeu-se que o tempo médio entre as atividades *Início Sintomas* → *Trombólise* é de 7,64959 horas, tempo mínimo de 0,88333 horas, tempo máximo de 363,88333 horas e desvio padrão de 28,77746 horas. Também constatou-se que 76,62% dos casos realizaram a infusão do trombolítico dentro do tempo recomendado pelas diretrizes clínicas e protocolos assistenciais e 23,38% realizaram a infusão do trombolítico após 4 horas e 30

minutos da admissão hospitalar. As causas para a demora em buscar um atendimento pré-hospitalar incluem a falta de conhecimento dos sinais de alerta de acidente vascular cerebral, a negação do estado da doença e a esperança de resolução espontânea dos sintomas.

Ao ativar o *plug-in Conformance Checker* para a verificação da conformidade, levando em consideração somente a métrica *fitness*, o resultado obtido para *fitness* foi de 0,98875076 e, portanto existe uma boa associação entre o *log* de eventos (base de dados) e os modelos de processo de referência (diretrizes clínicas) e esperado (protocolos assistenciais).

A sistematização proposta busca, auxiliar pesquisadores e instituições de saúde na aplicação das técnicas de descoberta e análise de conformidade dos processos na área da saúde, de modo que tais técnicas possam contribuir para a melhoria do fluxo de atividades em estabelecimentos de saúde e, conseqüentemente, gerar um efeito positivo sobre a saúde no Brasil.

A sistematização é formada por nove fases que envolvem: o conhecimento do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e da base de dados; a preparação da base de dados para aplicação das técnicas de mineração de processos; o estudo dos protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos feitos pela instituição de saúde para o processo selecionado; o estudo das diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos que envolvem o processo escolhido; a transcrição dos documentos selecionados em notação BPMN (*Business Process Management and Notation*); a correlação entre os protocolos assistenciais, procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho e outros documentos com as diretrizes clínicas, regulamentos, normas, leis e outros documentos; e por fim as análises quantitativas usando a mineração de processos, tais como, descoberta do modelo do processo real e análises de conformidade para confrontar os modelos dos processos com o registro de eventos.

Sugere-se, como trabalhos futuros: pesquisar os dados temporais de alguns atributos permitindo que sejam analisados como eventos; realizar as análises de conformidade separando as diferentes terapias (trombólise endovenosa, intra-arterial e mecânica) aplicadas no tratamento de pacientes com AVCI, uma vez que o tempo hábil para cada tratamento é diferenciado (trombólise endovenosa 4,5 horas, intra-arterial 6 horas e mecânica 8 horas); explorar ainda mais o *plug-in Conformance Checker* para a verificação da conformidade, levando em consideração não somente

a métrica *fitness*, mas também parâmetros como o *behavioral appropriateness* e *structural appropriateness* para apresentar o grau de precisão com que os modelos de processo descrevem o comportamento real, em conjunto com o grau de clareza representado pelos modelos; estudar as razões das não conformidades identificadas nas análises quantitativas e; minerar e avaliar os modelos do processo para o tratamento de pacientes com Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico.

## REFERÊNCIAS

- AALST, W. M. P. van der. Process discovery: capturing the invisible. **IEEE Computational Intelligence Magazine**, v. 5, n. 1, p. 28-41, 2010.
- AALST, W. M. P. van der. **Process Mining – discovery, conformance and enhancement of business processes**. Springer, 2011.
- AALST, W. M. P. van der; BEER, H. T de; DONGEN, B. F. **Process Mining and Verification of Properties: An Approach Based on Temporal Logic**. Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, e ODBASE 2005, volume 3760 of Lecture Notes in Computer Science, p. 130–147. Springer, Berlin, 2005.
- AALST, W. M. P. van der; DONGEN, B. F. van. Discovering Workflow Performance Models from Timed *Logs*. **International Conference on Engineering and Deployment of Cooperative Information Systems (EDCIS 2002)**, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlim, v. 2480, p. 45-63, 2002.
- AALST, W. M. P. van der; DONGEN, B. F. van; HERBST, J.; MARUSTER, L.; SCHIMM, G.; WEIJTERS, A. J. M. M. Workflow Mining: A Survey of Issues and Approaches. **Data and Knowledge Engineering**, v. 47, n. 2, p. 237-267, 2003.
- AALST, W. M. P. van der; GUNTHER, C. W. Finding Structure in Unstructured Processes: The Case for Process Mining. **Proceedings of the Seventh International Conference on Application of Concurrency to System Design**, Washington DC, p. 3-12, 2007.
- AALST, W. M. P. van der; ROZINAT, A. Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior. **Information Systems**, v. 33, n. 1, p. 64-95, 2008.
- AALST, W. M. P. van der; SONG, M. Mining social networks: uncovering interaction patterns in business processes. **International Conference on Business Process Management (BPM 2004)**, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlim, v. 3080, p. 244-260, 2004.
- AALST, W. M. P. van der; WEIJTERS, A. J. M.; MARUSTER, L. Workflow Mining: Discovering process models from event *logs*. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 16, n. 9, p. 1128-1142, 2004.
- AILENEI, I. M. **Process mining tools: A comparative analysis**. Master's thesis, Eindhoven University of Technology. Department of Mathematics and Computer Science, 2011.
- ALMEIDA, S. R. M. Análise epidemiológica do Acidente Vascular Cerebral no Brasil. **Revista Neurociências**, v. 20, n.4, p. 481-482, 2012.
- AMARATUNGA, D.; BALDRY, D.; SARSHAR, M.; NEWTON, R. Quantitative and qualitative research in the built environment: application of “mixed” research approach. **Work Study**, v. 51, n. 1, p. 17-31, 2002.
- ANTONUCCI, Y. L.; GOEKE, R. J. Identification of appropriate responsibilities and positions for business process management success. **Business Process Management Journal**, v. 17, n. 1, p. 127-146, 2011.

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS (ABPMP). **Guia para Gerenciamento de Processos de Negócio – Corpo Comum de Conhecimento**, ABPMP BPM CBOK Versão 3.0, 1ª ed., São Paulo, 2013.

BASOLE, R. C.; BRAUNSTEIN, M. L.; KUMAR, V.; PARK, H.; KAHNG, M.; CHAU, D. H.; TAMERSON, A.; HIRSH, D. A.; SERBAN, N.; BOST, J.; LESNICK, B.; SCHISSEL, B. L.; THOMPSON, M. Understanding variations in pediatric asthma care processes in the emergency department using visual analytics. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 22, n. 2, p. 318-323, 2015.

BATES, D.; COHEN, M.; LEAPE, L.; OVERHAGE, J. M.; SHABOT, M. M.; SHERIDAN, T. Reducing the frequency of errors in medicine using information technology. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 8, n. 4, p. 299-308, 2001.

BARBOSA, M. A. R.; BONA, S. F.; FERRAZ, C. L. H.; BARBOSA, N. M. R. F.; SILVA, I. M. C.; FERRAZ, T. M. B. L. Prevalence of systemic arterial hypertension in carrier patients of cerebrovascular accidents encephalic attended at the emergency room in a tertiary public hospital. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v.7, n.6, p. 357-360, 2009.

BEI, A.; LUCA, S. de; RUSCITI, G.; SALAMON, D. Health-Mining: A Disease Management Support Service Based on Data Mining and Rule Extraction. **Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference**, Shanghai, China, Setembro, 2005.

BENSEÑOR, I. M.; Goulart, A. C.; SZWARCOWALD, C. L.; VIEIRA, M. L. F. P.; MALTA, S. C.; LOTUFO, P. A. Prevalence of stroke and associated disability in Brazil: National Health Survey – 2013. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 73, n. 9, p. 746-750, 2015.

BURATTIN, A.; MAGGI, F. M.; AALST, W. M. P. van der; SPERDUTI, A. Techniques for a posteriori analysis of declarative processes. **IEEE 16th International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)**, p. 41-50, 2012.

CAMPOS, M. Conceitos atuais em bibliometria. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 66, p. 18-21, 2003.

CARMONA, J. Projection approaches to process mining using region-based techniques. **Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 24, n. 1, p. 218-246, 2012.

CARON, F.; VANTHIENEN, J.; VANHAECHT, K.; LIMBERGEN, E. V.; WEERDT, J. de; BAESENS, B. A process mining-based investigation of adverse events in care processes. **Health Information Management Journal**, v. 43, n. 1, p. 16-25, 2014.

CARON, F.; VANTHIENEN, J.; VANHAECHT, K.; LIMBERGEN, E. V.; WEERDT, J. de; BAESENS, B. Monitoring care processes in the gynecologic oncology department. **Computers in Biology and Medicine**, v. 44, p. 88-96, 2014.

CARVALHO, J. J. F. de; ALVES, M. B.; VIANA, G. A. A.; MACHADO, C. B.; SANTOS, B. F. C.; KANAMURA, A. H.; et al. Stroke Epidemiology, Patterns of Management, and Outcomes in Fortaleza, Brazil. **A Hospital-Based Multicenter Prospective Study Stroke**, v. 42, p. 3341-3346, 2011.

CHO, M.; SONG, M.; YOO, S. A systematic methodology for outpatient process analysis based on process mining. **International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice**, v. 22, n. 4, p. 480-493, 2015.

GU, C.; CHANG, H.; YI, Y. Overview of workflow mining technology. **IEEE International Conference on Granular Computing**, p. 347-353, 2007.

GU, C.; CHANG, H.; YI, Y. Workflow mining: Extending the  $\alpha$  algorithm to mine duplicate tasks. **IEEE International Conference on Machine Learning and Cybernetics**, p. 361-368, 2008.

CLAES, J.; POELS, G. Process mining and the prom framework: An exploratory survey. In Marcello La Rosa and Pnina Soffer, editors, Business Process Management Workshops, **Lecture Notes in Business Information Processing**, v. 132, p. 187-198, 2012.

COCHRANE, L. J.; OLSON, C. A.; MURRAY, S.; DUPUIS, M.; TOOMAN, T.; HAYES, S. Gaps between knowing and doing: Understanding and assessing the barriers to optimal health care. **Journal of Continuing Education in the Health Professions**, v. 27, n. 2, p. 94-102, 2007.

COPSTEIN, L.; FERNANDES, J. G.; BASTOS, G. A. N. Prevalence and risk factors for stroke in a population of Southern Brazil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 71, n.5, p. 294-300, 2013.

CORNU, J. N.; CUSSENOT, O.; HAAB, F.; LUKAS, B. A widespread population study of actual medical management of lower urinary tract symptoms related to benign prostatic hyperplasia across europe and beyond official clinical guidelines. **European Urology**, v. 58, p. 450-456, 2010.

CROOM, S. Topic issues and methodological concerns for operation management reserach. **Eden Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management**, Bruxelas, 2005.

CRESWELL, J. W. **Research design – qualitative and quantitative approaches**. Londres: Sage, 1994.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed method research**. Londres: Sage, 2006.

CRUZ, J. I. B. da. **Contribuições na Avaliação de Conformidade de Processos de Desenvolvimento de Software por Mineração de Processos**. Porto Alegre: PUCRG, 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de Processos: Como Inovar na Empresa Através da Tecnologia da Informação**. Campus, Rio de Janeiro, 391 p., 1994.

DELIAS, P.; DOUMPOS, M.; GRIGOROUDIS, E.; MANOLITZAS, P.; MATSATSINIS, N. Supporting healthcare management decisions via robust clustering of event logs. **Knowledge-Based Systems**, v. 84, p. 203-213, 2015.

DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. **Fundamentals of Business Process Management**. Springer, Berlim, 399 p., 2013.

DONGEN, B. F. van; AALST, W. M. P. van der. **EMiT: A process mining tool**. Applications and Theory of Petri Nets 2004, Proceedings, Série de livros: Lecture Notes in Computer Science, v. 3099, p. 454-463, 2004.

DONGEN, B. F. van; MEDEIROS, A. K. A. de; VERBEEK, H. M. W.; WEIJTERS, A. J. M. M.; AALST, W. M. P. van der. **The ProM framework: A new era in process mining tool support**. Lecture Notes in Computer Science Applications and Theory of Petri Nets, p. 444-454, Miami, 2005.

EDDY, D. M. Evidence-based medicine: a unified approach. **Health Affairs**, v. 24, n.1, p. 9-17, 2005.

FERNANDEZ-LLATAS, C.; VALDIVIESO, B.; TRAVER, V.; BENEDI, J. M. Using Process Mining for Automatic Support of Clinical Pathways Design. **Data Mining in Clinical Medicine** of the series Methods in Molecular Biology, v. 1246, p. 79-88, 2015.

FICHMAN, R.; KOHLI, R.; KRISHNAN, R. The role of information systems in healthcare: Current research and future trends. **Information Systems Research**, v. 22, n. 3, p. 419-428, 2011.

FORSBERG, D.; ROSIPKO B.; SUNSHINE, J. L. Analyzing PACS usage patterns by means of process mining: steps toward a more detailed workflow analysis in radio/ology. **Imaging Informatics in Medicine**, v. 29, p. 47-58, 2015.

FREEMAN, A.; SWEENEY, K. Why general practitioners do not implement evidence: qualitative study, **BMJ**, v. 323, p. 1-5, 2001.

FREITAS, F. F. T de; PELAES, T. S.; CARNEIRO, M. P. Process mining: aplicações envolvendo descoberta e análise de conformidade de processos. **XXIX Encontro nacional de engenharia de produção**, A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, BA, Brasil, 2009.

GARCIA, A. O.; RAMIREZ, Y. E. P.; ARMENTEROS, O. U. L. Process mining in healthcare: analysis and modeling of processes in the emergency área. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 5, p. 1612-1618, 2015.

GRECO, G.; GUZZO, A.; PONTIERI, L.; SACCÀ, D. Discovering Expressive Process Models by Clustering Log Traces. **IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering**, v. 18, n.8, p. 1010-1027, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLYKAS, M. M. Effort based performance measurement in business process management. **Knowledge and Process Management**, v. 18, n. 1, p. 10-33, 2011.

GROL, R. Has guideline development gone astray? Yes. **BMJ**, v. 340, p. 394-395, 2010.

GOHR, C. F.; SANTOS, Luciano Costa; GONÇALVES, Ana Madeira Campos; PINTO, Natália Oliveira. Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de Engenharia de Produção. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais eletrônicos...** Salvador: 2013. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_186\\_058\\_22376.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_186_058_22376.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2015.

GUIMARÃES, V. A. L.; HAYASHI, M. C. P. I.; BENZE, B. G. Estratégias metodológicas da pesquisa sobre comunicação científica no campo dos estudos sociais da ciência. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia & Sociedade**, v. 2, n. 1, 2011.

HAJJAJ, F.; SALEK, M.; BASRA, M.; FINLAY, A. Nonclinical influences, beyond diagnosis and severity, on clinical decision making in dermatology: understanding the gap between guidelines and practice. **British Journal of Dermatology**, v. 163, p. 789-799, 2010.

HAN, J.; KAMBER, M., PEI, J. **Data mining: concepts and techniques**. 3rd ed. Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo: Elsevier, 740 p., 2012.

HAY, M. C.; WEISNER, T. S.; SUBRAMANIAN, S.; DUAN, N.; NIEDZINSKI, E. J.; KRAVITZ, R. L. Harnessing experience: exploring the gap between evidence-based medicine and clinical practice. **Journal of evaluation in Clinical Practice**, v. 14, p. 707-713, 2008.

HOUY, C.; FETTKE, P.; LOOS, P. Empirical research in business process management – analysis of an emerging field of research. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 4, p. 619-661, 2010.

HUANG, Z.; DONG, W.; JI, L.; GAN, C.; LU, X.; DUAN, H. Discovery of Clinical Pathway Patterns from Event Logs Using Probabilistic Topic Models. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 47, p. 39-57, 2014.

HUANG, Z.; DONG, W.; BATH, P.; JI, L.; DUAN, H. On mining latent treatment patterns from electronic medical records. **Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 29, p. 914-949, 2015.

HUANG, Z.; DONG, W.; JI, L.; GAN, C.; LU, X.; DUAN, H. Discovery of clinical pathway patterns from event logs using probabilistic topic models. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 47, p. 39-57, 2014.

HUANG, Z.; LU, X.; DUAN, H.; FAN, W. Summarizing clinical pathways from event logs. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 46, p. 111-127, 2013.

HUANG, Z.; LU, X.; DUAN, H. Resource behavior measure and application in business process management. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 7, p. 6458-6468, 2012.

HUANG, Z.; KUMAR, A. A study of quality and accuracy trade-offs in process mining. **Inform Journal on Computing**, v. 24, n. 2, p. 311-327, 2012.

HUANG, Z.; LU, X.; DUAN, H. On mining clinical pathway patterns from medical behaviors. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 56, p. 35-50, 2012.



JESTON, J.; NELIS, J. **Business Process Management Practical Guidelines to Successful Implementations**, 3<sup>a</sup> ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2006.

KAYMAK, U.; MANS, R.; STEEG, T. van de; DIERKS, M. On Process Mining in Healthcare. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**, Outubro, p. 14-17, Seoul, Coréia do Sul, 2012.

KIM, E.; KIM, S.; SONG, M.; KIM, S.; YOO, D.; HWANG, H.; YOO, S. Discovery of Outpatient Care Process of a Tertiary University Hospital Using Process Mining. **Healthcare Informatics Research**, v. 19, n. 1, p. 42-49, 2013.

KOCA, A.; FUNK, M.; KARAPANOS, E.; ROZINAT, A.; AALST, W. M. P. van der; CORPORAAL, H.; MARTENS, J. B. O. S.; PUTTEN, P. H. A. van der; WEIJTERS, A. J. M. M.; BRONBACHER, A. C. Soft reliability: an interdisciplinary approach with a user-system focus. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 25, n. 1, p. 3-20, 2009.

KUJANSIVU, P.; LÖNNQVIST, A. Business process management as a tool for intellectual capital management. **Knowledge and Process Management**, v. 15, n. 3, p. 159-169, 2008.

LAVADOS, P. M.; HENNIS, H. J. N.; FERNANDES, J. G.; MEDINA, M. T.; LEGETIC B.; HOPPE, A.; SACKS, C.; JADUE, L.; SALINAS, R. Stroke epidemiology, prevention, and management strategies at a regional level: Latin America and the Caribbean. **Lancet Neurology**, v. 6, p. 362-372, 2007.

LAVIS, J. N.; PAULSEN, E. J.; OXMAN, A. D.; MOYNIHAN, R. Evidence-informed health policy 2: Survey of organizations that support the use of research evidence. **Implementation Science**, v. 3, p. 54, 2008.

LENZ, R.; REICHERT, M. It support for healthcare processes - premises, challenges, perspectives. **Data & Knowledge Engineering**, v. 61, n. 1, p. 39-58, 2007.

LEONI, M. de; MAGGI, F. M.; AALST, W. M. P. van der. An alignment-based framework to check the conformance of declarative process models and to preprocess event-log data. **Information Systems**, v. 47, p. 258-277, 2015.

LEW, W. Y.; DEMARIA, A. N. The divergence between clinical guidelines and practice. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 61, n.1, p. 41-53, 2013.

LI, C.; REICHERT, M.; WOMBACHER, A. Mining business process variants: challenges, scenarios, algorithms. **Data & Knowledge Engineering**, v. 70, n. 5, p. 409-434, Edição Especial: SI, 2011.

LIMA, A. C. M. A. C. C.; SILVA, A. L. da.; GUERRA, D. R.; BARBOSA, I. V.; BEZERRA, K. de C.; ORIÁ, M. O. B. Nursing diagnoses in patients with cerebral vascular accident: an integrative review. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 69, n. 4, p. 785-792, 2016.

MANS, R. S.; SCHONENBERG, M. H.; SONG, M.; AALST, W. M. P. van der; BAKKER, P. J. M. Application of process mining in healthcare: A case study in a Dutch hospital, in: A. Fred, J. Filipe, H. Gamboa (Eds.), **Biomedical Engineering**

**Systems and Technologies - Communications in Computer and Information Science**, Springer, v. 25, p. 425-438, 2009.

MANS, R. S.; REIJERS, H.; WISMEIJER, D.; GENUCHTEN, M. van. A process-oriented methodology for evaluating the impact of IT: A proposal and an application in healthcare. **Information Systems**, v. 38, n. 8, p. 1097-1115, Edição Especial: SI, 2013.

MANS, R. S.; AALST, W. M. P. van der; VANWERSCH, R. J. B. Process Mining in Healthcare: Evaluating and Exploiting Operational Healthcare Processes. **SpringerBriefs in Business Process Management**, 2015.

MARTINS, S. C. O.; FREITAS, G. R. de.; PONTES-NETO, O. M.; PIERI, A.; MORO, C. H. C.; JESUS, P. A. P. de.; LONGO, A.; EVARISTO, E. F.; CARVALHO, J. J. F. de.; FERNANDES, J. G.; GAGLIARDI, R. J.; OLIVEIRA-FILHO, J. Guidelines for acute ischemic stroke treatment – Part II: Stroke treatment. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v.70, n. 11, p. 885-893, 2012.

MEDEIROS, A. K. A. de; DONGEN, B. F. van; AALST, W. M. P. van der; WEIJTERS, A. J. M. M. Process Mining: Extending the  $\alpha$ -algorithm to Mine Short Loops. **Eindhoven University of Technology**, Eindhoven, 2004.

MEDEIROS, A. K. A. de; GIMENES, I. M. de S.; TOLEDO, M. B. F. de. **Sistemas de Gestão de Processos de Negócios: Desafios e Oportunidades**. Campinas: Relatório Técnico ENEGEP 2007, 2008. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/531772-Instituto-de-computacao-universidade-estadual-de-campinas.html> > Acesso em: 01 fev. 2016.

MENEU, T.; TRAVER, V.; GUILLÉN, S.; VALDIVIESO, B.; BENEDÍ, J.; FERNÁNDEZ-LLATAS, C. Heart cycle: facilitating the deployment of advanced care processes. **35<sup>a</sup> Annual International Conference of the IEEE EMBS**, Osaka, Japan, 3-7 July, 2013.

MEYER, G.; ADOMAVICIUS, G.; JOHNSON, P. E.; ELIDRISI, M.; RUSH, W. A.; SPERL-HILLEN, J. M.; O'CONNOR, P. J. A machine learning approach to improving dynamic decision making. **Information Systems Research**, v. 25, n. 2, p. 239-263, 2014.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P. de; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G. da; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Campus, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com Acidente Vascular Cerebral**. Brasília, Distrito Federal, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013** – Acesso e Utilização dos Serviços de Saúde, Acidentes e Violências, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2015.

MONTANI, S.; LEONARDI, G.; QUAGLINI, S.; CAVALLINI, A.; MICIELI, G. Improving structural medical process comparison by exploiting domain knowledge and mined information. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 62, p. 33-45, 2014.

MORAIS, R. M. de; KAZAN, S.; PÁDUA, S. I. D. de; COSTA, A. L. An analysis of BPM lifecycles: from a literature review to a framework proposal. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 3, p. 412-432, 2014.

MUNOZ-GAMA, J.; CARMONA, J. **A Fresh Look at Precision in Process Conformance**. R. Hull, J. Mendling, and S. Tai, editors, Business Process Management (BPM 2010), volume 6336 of Lecture Notes in Computer Science, p. 211-226. Springer, Berlim, 2010.

MURRAY, J. C. L. et al. Global, regional, and national age–sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The lancet**, v. 385, 2015.

NEWNHAM, E. A.; PAGE, A. C. Bridging the gap between best evidence and best practice in mental health. **Clinical Psychology Review**, v. 30, n. 1, p. 127-142, 2010.

OLIVEIRA, E. S. G. **Como reconhecer o Acidente Vascular Cerebral – AVC**. Rede de Teleassistência de Minas Gerais. Centro de Telessaúde, Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

OLIVEIRA-FILHO, J.; MARTINS, S. C. O.; PONTES-NETO, O. M.; LONGO, A.; EVARISTO, E. F.; CARVALHO, J. J. F. de.; FERNANDES, J. G.; ZÉTOLA, V. F.; GAGLIARDI, R. J.; VEDOLIN, L.; FREITAS, G. R. de. Guidelines for acute ischemic stroke treatment – Part I. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v.70, n. 8, p. 621-629, 2012.

PASTER, F.; HELM, E. From IHE audit trails to XES event logs facilitating process mining. **Digital Healthcare Empowering Europeans: Proceedings of MIE 2015**, v. 210, p. 40-44, 2015.

PELEG, M. Computer-interpretable Clinical Guidelines: A Methodological Review. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 46, p. 744-763, 2013.

PEREZ-CASTILLO, R.; WEBWE, B.; GUZMAN, I. G. de; PIATTINI, M.; PINGGERA, J. Assessing event correlation in non-process-aware information systems. **Software and Systems Modeling**, v. 13, n. 3, p. 1117-1139, 2014.

PEREZ-CASTILLO, R.; WEBWE, B.; PINGGERA, J.; ZUGAL, S.; GUZMAN, I. G. de; PIATTINI, M. Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process. **Enterprise Information Systems**, v. 5, n. 3, p. 301-335, 2011.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

PYON, C. U.; WOO, J. Y.; PARK, S. C. Service improvement by business process management using customer complaints in financial service industry. **Experts Systems with Applications**, v. 38, n. 4, p. 3267-3279, 2011.

QUAGLIN, S. Information and communication technology for process management in healthcare: a contribution to change the culture of blame. **Journal of Software**

**Maintenance and Evolution-Research and Practice**, v. 22, n. 6-7, p. 435-448, Edição especial: SI, 2010.

RAVESTYEN, P.; BATENBURG, R. Surveying the critical success factors of BPM-systems implementation. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 3, p. 492-507, 2010.

REBUGE, A.; FERREIRA, D. R. Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining. **Information System**, v. 37, n. 2, p. 99-116, 2012.

ROJAS, E.; MUNOZ-GAMA, J.; SEPÚLVEDA, M.; CAPURRO, D. Process mining in healthcare: A literature review. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 61, p. 224-236, 2016.

ROLIM, C. L. R. C.; MARTINS, M. Qualidade do cuidado ao acidente vascular cerebral isquêmico no SUS. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n.11, p. 2106-2116, 2011.

ROVANI, M.; MAGGI, F. M.; LEONI, M. de; AALST, W. M. P. van der.; MANS, R. S.; PEPINO, A. Declarative Process Mining in Healthcare. **Expert Systems With Applications**, v. 42, p. 9236-9251, 2015.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SLAVICEK, V. Enhancing business process management with knowledge. **E & M Ekonomie a Management**, v. 14, n. 1, p. 123-134, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DOENÇAS CEREBROVASCULARES (SBDCV). **Acidente Vascular Cerebral - O que é o AVC? AVC tem tratamento**. Disponível em: < [http://www.sbdcv.org.br/publica\\_avc.asp](http://www.sbdcv.org.br/publica_avc.asp) >. Acesso em: 10 de out. 2016.

SONG, M.; AALST, W. M. P. van der. Towards Comprehensive Support for Organizational Mining. **Decision Support Systems**, v. 46, p. 300-317, 2008.

SORUMGARD, S. **Verification of Process Conformance in Empirical Studies of Software**. Development. PhD thesis, Norwegian University of Science and Technology, 1997.

SOUSA, R. Case research in operations management. **Eden Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management**, Bruxelas, 2005.

SZIMANSKI, F. **Melhoria de Modelos de Processo de Negócio com Mineração de Processos e Simulação Baseada em Agentes**. Universidade de Brasília, Instituição de Ciências Exatas, Departamento de Ciência da Computação. Tese apresentada como requisito parcial para conclusão do Doutorado em Informática, 2013.

TRKMAN, P. The critical success factors of business process management. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 2, p. 125-134, 2010.

WEBSTER, C. EHR Business Process Management: From Process Mining to Process Improvement to Process Usability. Proceedings: **Healthcare Systems Process Improvement Conference**, Las Vegas, Feb. 20, 2012.

WEIJTERS, A. J. M. M.; AALST, W. M. P. van der. Rediscovering workflow models from eventbased data using little thumb. **Integrated Computer-Aided Engineering**, v. 10, p. 151-162, 2003.

WEIJTERS, A. J. M. M.; AALST, W. M. P. van der; MEDEIROS, A. K. A. de. **Process Mining with the Heuristics Miner Algorithm**. BETA Working Paper Series, WP 166, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2006.

WEN, L.; AALST, W. M. P. van der; WANG, J.; SUN, J. Mining process models with non-free-choice constructs. **Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 15, n. 2, p. 145-180, 2007.

WEN, L.; WANG, J.; SUN, J. Detecting Implicit Dependencies Between Tasks from Event Logs. **Frontiers of WWW Research and Development – APWeb**, p. 591-603, 2006.

YANG, W.; HWANG, S. A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse. **Expert Systems with Applications**, v. 31, n. 1, p. 56-68, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso planejamento e métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHOU, W.; PIRAMUTHU, S. Framework, strategy and evaluation of health care processes with RFID. **Decision Support Systems**, v. 50, n. 1, p. 222-233, 2010.